

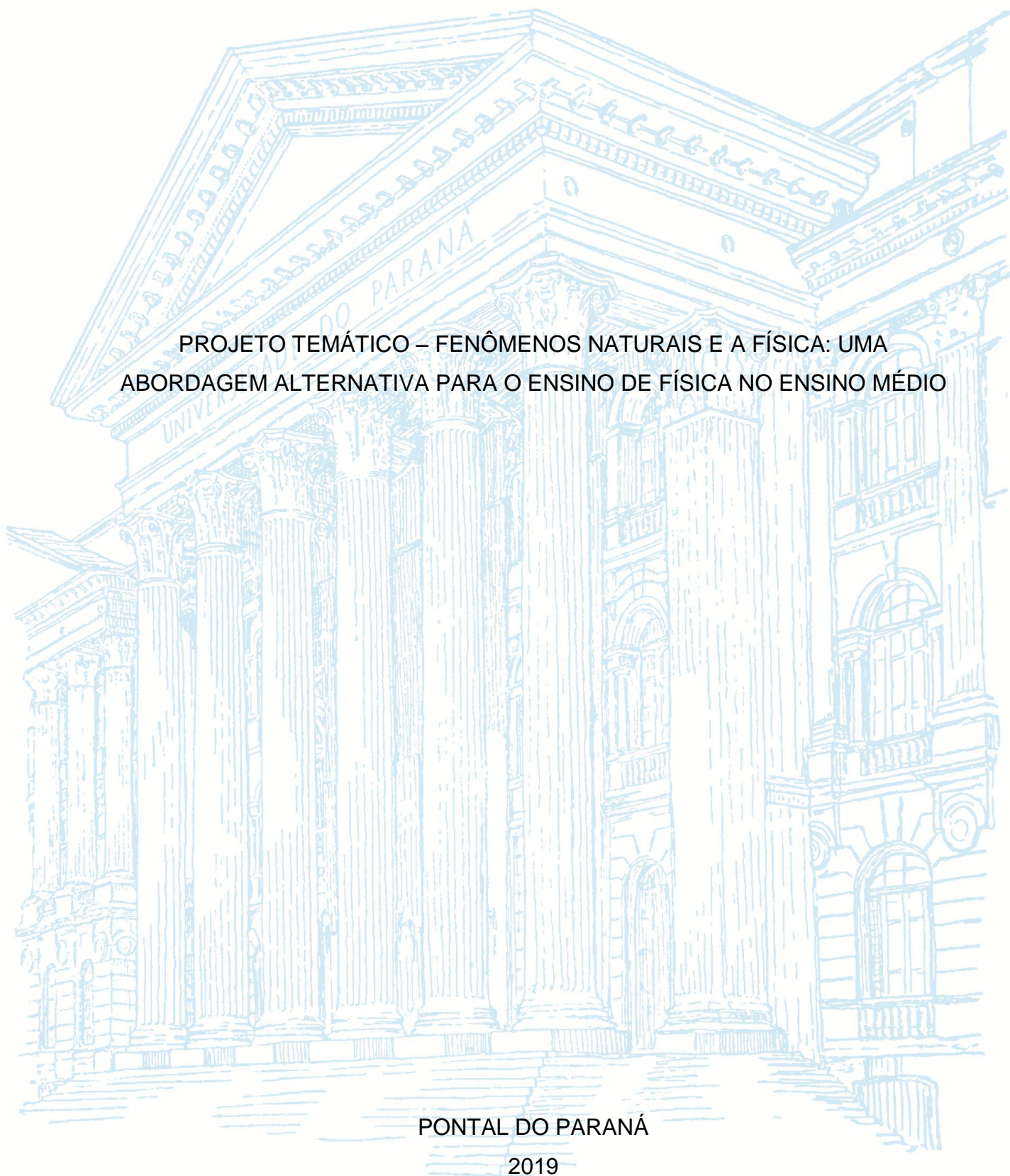
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAROLINE APARECIDA FERNANDES DE OLIVEIRA

PROJETO TEMÁTICO – FENÔMENOS NATURAIS E A FÍSICA: UMA  
ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

PONTAL DO PARANÁ

2019



CAROLINE APARECIDA FERNANDES DE OLIVEIRA

PROJETO TEMÁTICO – FENÔMENOS NATURAIS E A FÍSICA: UMA  
ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Licenciatura em Ciências Exatas – Física, Campus Pontal do Paraná – Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Exatas – Física.

Orientador: Prof. Dr. Virnei Silva Moreira

PONTAL DO PARANÁ  
2019

CATALOGAÇÃO NA FONTE:  
UFPR / SiBi - Biblioteca do Centro de Estudos do Mar  
Fernanda Pigozzi – CRB 9/1151

Oliveira, Caroline Aparecida Fernandes de  
O482p Projeto temático – Fenômenos Naturais e a Física: Uma abordagem alternativa para o Ensino de Física no Ensino Médio. / Caroline Aparecida Fernandes de Oliveira. – Pontal do Paraná, 2019.  
110 f.; 29 cm.

Orientador: Prof. Dr. Virnei Silva Moreira.

Monografia (Graduação) – Curso de Licenciatura em Ciências Exatas, Habilitação em Física, Campus Pontal do Paraná – Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Física – Projeto temático. I. Título. II. Moreira, Virnei Silva. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD 530.07

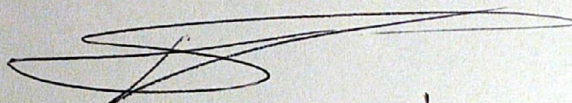


## TERMO DE APROVAÇÃO

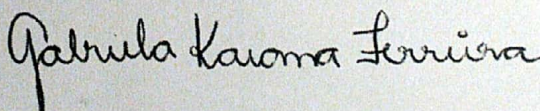
CAROLINE APARECIDA FERNANDES DE OLIVEIRA

*Projeto Temático – Fenômenos Naturais e a Física: Uma Abordagem Alternativa para o Ensino de Física no Ensino Médio.*

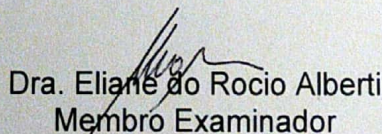
Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Ciências Exatas - Física, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Dr. Virnei Silva Moreira  
Orientador e Presidente



Dra. Gabriela Kaiana Ferreira  
Membro Examinador



Dra. Eliane do Rocio Alberti  
Membro Examinador

Pontal do Paraná, 04/12/2019.



*Aos meus avós, com todo o meu amor.*



## **AGRADECIMENTOS**

Ao refletir sobre todos os caminhos que me trouxeram a este momento, não consigo me lembrar de um momento em que não contei com a ajuda, carinho e apoio de pessoas especiais e acolhedoras. Frequentemente sinto que recebo muito mais do que mereço, frequentemente sinto que não retribuo o suficiente. Aproveito o fechamento deste ciclo para fazer o mínimo, que é agradecer a todas as pessoas que o tornaram possível.

Não poderia deixar de começar agradecendo aos meus avós, Edisir de Barros Castro e Noel José Fernandes, e a minha mãe, Elisa Fernandes, por seu amor e bondade infinita, por não cansarem de se preocupar comigo e por fazerem de tudo para que eu sempre tivesse muito mais do que eu precisava. Muito obrigada por até hoje fazerem de mim o centro das suas vidas. Muito obrigada por acreditarem em mim e por continuarem acreditando. Vocês são o alicerce que segura tudo o que eu sou.

Agradeço ao meu namorado, Saul Grinberg, meu anjinho, por seu amor doce e puro, por cuidar de mim todos os dias, por me incentivar, me motivar e me consolar quando tudo está desmoronando. Muito obrigada por me ajudar sempre além do que eu preciso. Muito obrigada por ser o homem maravilhoso que você é para mim. Você é a alegria dos meus dias, você é o arco-íris do meu céu.

Agradeço a todos os professores que me deram aula durante a graduação: Armando Heilmann, Carlos Batista, Diego Pastega, Eduardo Bacalhau, Eliane Alberti, Emir Baude, Ernesto Jacob Keim, Gabriela Kaiana Ferreira, Guilherme Sippel Machado, Leonardo Sandrini, Marcelo Franco, Morgana Vaz da Silva, Pedro Toledo, Silvia Pedroso Melegari, Talal Suleiman Mahmoud e Virnei Silva Moreira. Vocês são os melhores exemplos de professores dedicados, competentes e atenciosos, cheios de boa vontade. Muito obrigada por me ensinarem tanto e por me mostrarem o quanto eu ainda preciso aprender para ser como vocês. A professora que eu desejo ser é um pouquinho de cada um de vocês.

Agradecimentos especiais ao meu primeiro orientador, Professor Armando Heilmann, que me deu a oportunidade de participar de um projeto de iniciação científica logo no primeiro mês da graduação, que sempre foi paciente, bondoso e ao mesmo tempo rigoroso com o meu trabalho. Que me ensinou, dentre tantas coisas, o valor do esforço e da dedicação. Muito obrigada!



Agradecimentos especiais ao orientador deste trabalho, Professor Virnei Silva Moreira, por toda a paciência, ajuda, entusiasmo e preocupação com o projeto. Muito obrigada pelo tempo dedicado a esse trabalho. Muito obrigada por sempre me incentivar e tentar acalmar o meu nervosismo. Sua história de dedicação a vida acadêmica me inspiram a ser uma aluna melhor.

Agradecimentos especiais a minha querida Professora Gabriela Kaiana Ferreira, por toda doçura, gentileza e calma. Muito obrigada por ser sempre tão atenciosa comigo. Por despertar o meu interesse pelo Ensino de Física com a sua prática exemplar. Muito obrigada por sua ajuda com o meu TCC, sem elas esse trabalho não teria rumo. Me inspiro na professora e mulher maravilhosa que você é.

Agradecimentos especiais a Professora Eliane Alberti, por todo carinho, ajuda e gentileza. Por ser tão humana com os seus alunos. Muito obrigada por me ajudar a entender que eu realmente quero ser uma professora e que tipo de professora eu quero ser. Você é uma das minhas maiores inspirações.

Agradecimentos especiais a todos os meus alunos do Colégio Estadual Gabriel de Lara que participaram do projeto, vocês foram a parte mais importante de tudo isso. Muito obrigada por participarem, muito obrigada por se interessarem e por tirarem tantas dúvidas. Muito obrigada por terem sido tão respeitosos e educados comigo. Muito obrigada por tornarem esse projeto possível. Vocês me fizeram me sentir uma professora de verdade. Vou levar cada um de vocês no meu coração.

Agradeço a toda equipe do Colégio Estadual Gabriel de Lara e a todos os servidores da UFPR – Campus Pontal do Paraná, que indiretamente colaboraram com este trabalho e com a minha formação. Um agradecimento especial ao ex secretário do curso, Rafael Tizony, que foi sempre tão prestativo, gentil e amigo.

Agradeço aos meus amigos que fiz na graduação, Jucelia Maria Loli e sua família, Fernando Bonilauri e Luiz Carlos Ferreira Martins Junior, muito obrigada por serem tão bons comigo e estarem sempre dispostos a me ajudar, desde o primeiro ano até hoje. Muito obrigada por fazerem parte dessa trajetória, que sem vocês não seria a mesma. Vocês são presentes que quero guardar para a vida toda.

Agradeço aos meus queridos amigos e amigas de sempre, Giovanna Yumi, Izaque Rodrigues, Leticia Novaes, Marcus Vinicius, Maria Aline Ramos, Mariam Iskandar e Rafaella Cordeiro. Por me oferecerem conforto, carinho e amor. Por estarem comigo nos momentos mais difíceis e festejarem comigo nos melhores. Vocês são meus fogos de artifício.



*“Eppur si muove.”*  
*(Galileo Galilei)*

## RESUMO

Considerando o cenário problemático do processo de ensino-aprendizagem de ciências exatas, o presente projeto temático surge como uma alternativa às práticas tradicionais de ensino de física, baseadas em memorização de fórmulas e conceitos de maneira descontextualizada. Em oposição a isto, buscou-se a elaboração de encontros que possibilitassem a aplicação de conceitos aprendidos no Ensino Médio ao estudo dos fenômenos naturais, contemplando os Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti: problematização, organização e aplicação do conhecimento, e os Princípios Básicos do Ensino de Libâneo. Assim, foram elaborados dez encontros, divididos conforme os fenômenos naturais a serem estudados: Terremotos, Vulcões, Precipitação, Raios, Furacão, Cores do Céu, Radiação Solar, Aurora Boreal, Cometa Halley e Marés, sendo que a cada um deles foi associado um conteúdo de física geral que explica o comportamento do fenômeno: Ondas Mecânicas, Viscosidade de Fluidos, Mudanças de Estado Físico, Plasma, Pressão, Ondas Eletromagnéticas, Efeito Fotoelétrico, Campo Magnético, Leis de Kepler e Gravitação. O projeto foi aplicado no Colégio Estadual Gabriel de Lara, localizado na cidade de Matinhos, no litoral paranaense, e contou com a participação de 34 alunos do Ensino Médio. Esperou-se que o projeto fosse capaz de estimular a curiosidade e a capacidade de reflexão dos alunos participantes quanto aos conteúdos apresentados, por meio do uso de estratégias de ensino diversas e com o intuito de aumentar a motivação dos alunos para aprender, desfazendo o paradigma de que estudar física é complicado e desinteressante.

Palavras-chave: Projeto temático. Fenômenos naturais. Ensino de física. Ensino Médio.



## **ABSTRACT**

Considering the problematic scenario of the teaching-learning process of exact sciences, this thematic project comes up as an alternative to the traditional physics teaching practices, which is based on memorization of formulas and physical concepts in a decontextualized way. In opposition to that, this research was intended to develop meetings that allow the application of the physical concepts learned in high school in the study of natural phenomena. Those meetings aim to contemplate the Three Pedagogical Moments of Delizoicov e Angotti: problematization, knowledge organization and application, and Libâneo's Basic Principles of Teaching. Therefore, ten meetings were elaborated, each of them intending to study a natural phenomenon: Earthquakes, Volcanos, Precipitation, Lightning, Hurricane, Colors of the Sky, Solar Radiation, Aurora Borealis, Halley's Comet and Tides. For each phenomenon, it was associated a topic of general physics able to explain that behavior: Mechanical Waves, Fluid Viscosity, Physical States of Matter, Plasma, Pressure, Electromagnetic Waves, The Photoelectric Effect, Magnetic Field, Kepler's Laws and Gravitation. In that way, 34 high school students from the Colégio Estadual Gabriel de Lara (Matinhos – Paraná – Brazil) attended the meetings of the project. It was expected that the project would be able to stimulate the curiosity and critical thinking of the students about physics and, with this purpose, we use diverse teaching strategies in order to increase the students motivation to learn, breaking the paradigm that studying physics is complicated and uninteresting.

**Keywords:** Thematic project. Natural phenomena. Physics teaching. High School.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>14</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
<b>4 OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
4.1 OBJETIVO GERAL .....	18
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
<b>5 METODOLOGIA .....</b>	<b>23</b>
5.1 NATUREZA DO PROJETO.....	23
5.2 EXECUÇÃO DO PROJETO .....	25
5.3 AVALIAÇÃO DO PROJETO.....	29
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
6.1 ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS PRODUÇÕES ESCRITAS.....	31
6.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO FINAL .....	47
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>56</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Não é difícil encontrar alunos que acreditam que a física é limitada a fórmulas, contas, e modelos irrealistas, sendo uma das disciplinas mais temidas e até mesmo odiadas pelos alunos. O que não fica claro para muitos deles é que a física está em tudo, que a física descreve o mundo real e as situações que eles passam todos os dias, como por exemplo, o fato de não se precisar pedalar em uma descida para que a bicicleta se movimente, ou como é possível que o céu mude de cor em diferentes horários do dia.

Antes de se apresentar definições e fórmulas é necessário estabelecer relações entre os conceitos teóricos que serão apresentados e a física do cotidiano dos alunos. Aproximar os alunos da física do mundo real, do contexto em que vivem, pode ser visto como o primeiro passo para um processo de ensino-aprendizagem mais proveitoso. É importante fazer com que o aluno perceba que conhece muitos fenômenos físicos, mesmo que a partir de concepções alternativas, e que o professor aproveite esses conhecimentos prévios de modo que um conhecimento mais formal possa ser construído a partir deles.

Nesse contexto, a investigação das concepções alternativas que os alunos trazem sobre o tema a ser abordado é um momento valioso da aula. É o melhor momento para motivar os alunos a se interessarem pela aula e mostrar que os seus conhecimentos prévios são importantes (mesmo que não estejam totalmente de acordo com a ciência formal), e que qualquer um é capaz de entender física. É também o melhor momento para estimular a curiosidade dos alunos, de modo a incentivá-los a desenvolver a curiosidade epistemológica, aquela que foge do senso comum e que Freire (1996) valoriza:

A curiosidade ingênua que, “desarmada”, está associada ao saber do senso comum, é a mesma curiosidade que, criticizando-se, aproximando-se de forma cada vez mais metodicamente rigorosa do objeto cognoscível, se torna curiosidade epistemológica. (FREIRE, 1996, p. 17).

Considerando que o objetivo do ensino de física na escola não é formar cientistas, mas sim permitir aos indivíduos um maior entendimento do mundo em que vivem (PIETROCOLA, 1999), não tem sentido algum que o professor direcione a sua prática a tendência tradicional de ensino, caracterizada pela resolução mecânica de



exercícios descontextualizados e a memorização de conceitos isolados. O aluno não pode ser visto como um cientista em miniatura (ALVES FILHO *et al*, 2010), e nem o papel do professor é o mesmo que o de um cientista: de acordo com Saviani (2013, p. 65), “Enquanto o cientista está interessado em fazer avançar a sua área de conhecimento, em fazer progredir a ciência, o professor está mais interessado em fazer progredir o aluno.”

Dessa maneira, o conhecimento científico precisa passar por um conjunto de transformações, em um processo chamado de transposição didática, que permitam que tal conhecimento se torne mais adequado para ser passado aos alunos, ocorrendo a transição de saber sábio para saber ensinável (CHEVALLARD, 1991). Sobre a transposição didática, Saviani (2013) pontua:

Essa transformação é o processo por meio do qual se selecionam, do conjunto do saber sistematizado, os elementos relevantes para o crescimento intelectual dos alunos e organizam-se esses elementos numa forma, numa sequência tal que possibilite a sua assimilação. (SAVIANI, 2013, p. 65).

Nesta perspectiva, surge a necessidade de se buscar estratégias de ensino que valorizem os conhecimentos prévios dos alunos, utilizando-os como base para a construção de um raciocínio mais formal, lógico e crítico, frente a problemas físicos reais, incentivando a criatividade e respeitando as especificidades de aprendizagem de cada um. Pozo e Gómez Crespo (2009) refletem sobre a necessidade de se superar o ensino tradicional:

Em uma sociedade que, cada vez mais, exige dos alunos e futuros cidadãos que usem seus conhecimentos de modo flexível diante de tarefas e demandas novas, que interpretem novos problemas a partir dos conhecimentos adquiridos e que vinculem seus conhecimentos escolares com a sociedade da informação na qual estão imersos, não basta *encher* a cabeça dos alunos: é preciso ensiná-los a enfrentar os problemas de um modo mais ativo e autônomo, o que requer não só novas atitudes, contrárias às geradas por esse modelo tradicional, baseado em um saber externo e autoritário, mas sobretudo, destrezas e estratégias para ativar adequadamente os conhecimentos. (POZO E GÓMEZ CRESPO, 2009, p. 251).

Com o objetivo de apresentar aos alunos uma alternativa ao ensino de física tradicional, a abordagem proposta neste trabalho consiste em um projeto temático, onde se espera criar uma ponte entre o conhecimento formal e a vivência dos alunos,

apresentando conceitos físicos relacionados a fenômenos naturais que eles conhecem e que chamam a sua atenção.

O ensino a partir de temas vai além das concepções tradicionais, quase sempre direcionadas a transmissão e reprodução nada crítica de equações e conceitos e a atribuição burocrática de notas. A abordagem temática leva em consideração o que o aluno já sabe e aquilo que o aluno quer saber, de modo que o tema escolhido deverá despertar o interesse dos alunos.

Nesse sentido, o projeto temático proposto busca que o aluno seja capaz de compreender fenômenos e processos naturais e suas consequências no mundo onde vivemos, de modo que ele seja levado a se perguntar por que determinado fenômeno ocorre, a elaborar explicações e a superar suas concepções alternativas, a partir da apropriação crítica dos conteúdos apresentados nos encontros.

Para que isso seja possível, buscou-se contemplar os Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1994) e os Princípios Básicos do Ensino de Libâneo (2013) durante os encontros.

## 2 JUSTIFICATIVA

O ensino de Física e de Ciências em geral vem se tornando cada vez mais desafiador, seja considerando a rápida e significativa mudança no perfil dos estudantes desde que a internet passou a ser tão acessível, reduzindo o interesse e o tempo de atenção dos alunos nas aulas, como também considerando questões sociais que se relacionam com o momento político e econômico atual, e suas consequências na educação.

As dificuldades dos alunos nas disciplinas das ciências exatas são refletidas todos os dias na sala de aula, e até mesmo em levantamentos dos resultados de vestibulares. Segundo um levantamento realizado pelo Sistema Poliedro de Ensino, as questões de matemática, química e física apresentaram um menor índice de acertos no vestibular da FUVEST em 2016<sup>1</sup>. Mesmo alunos que conseguem se sair bem nas provas e chegam na graduação, principalmente nos cursos de ciências

---

<sup>1</sup>Estadão. Educação. **Confira dicas para se sair bem nas exatas da FUVEST**. Disponível em: <<https://educacao.estadao.com.br/noticias/geral,dicas-para-se-sair-bem-nas-exatas-da-fuvest,10000089568>> Acesso em 11 de dezembro de 2019.

exatas e engenharias, acabam tendo muita dificuldade nas disciplinas de cálculo, álgebra e física aplicada, pois não aprenderam a aprender, e sim a decorar. As disciplinas de Matemática, Física e Química frequentemente são consideradas vilãs dos alunos, que cada vez mais apresentam desinteresse e falta de motivação para estudar os conteúdos relacionados a tais disciplinas.

Desse modo, planejar uma aula que desenvolva uma aprendizagem satisfatória nos alunos exige cada vez mais empenho, dedicação e inovação por parte dos professores. A disciplina de Física por si só é temida por grande parte dos alunos, que acreditam que ela está limitada a leis, equações e conceitos difíceis demais para serem entendidos.

Como consequência, muitas vezes a situação que se percebe nas aulas de Física é que os conteúdos ensinados pelo professor são memorizados pelos estudantes de maneira mecânica e reproduzidos de maneira fiel e não crítica no dia da prova, com o intuito de se obter uma nota satisfatória, caracterizando um estilo de educação bancária, conforme descrita e criticada por Freire (1987). Realizar provas sob pressão de acertar/errar, preocupado com notas e em reproduzir padrões não estimula a compreensão dos fenômenos, não incentiva a busca pelo conhecimento e a emancipação científica, e tampouco cumprem com o seu objetivo vazio que é a reprodução. Em alguns casos, alunos que tem acesso a esse tipo de ensino chegam a considerar que odeiam física (MOREIRA, 2018).

Considerando esse cenário problemático em que o ensino e a aprendizagem de física se encontram, o presente projeto temático surge como uma alternativa ao ensino tradicional e descontextualizado, onde o aluno é levado a compreender conceitos e teorias de física a partir de fenômenos que ele conhece ou já ouviu falar, e que despertam a sua curiosidade.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

Não se pode dizer que existe uma forma ou uma receita pronta de aula que o professor pode utilizar com a garantia de que seus alunos vão alcançar uma aprendizagem totalmente significativa. Isso se deve ao fato de que também não se pode garantir que uma aula que deu certo em uma determinada turma, com alunos específicos, em uma determinada região, inserida em um determinado contexto social



e econômico, em um determinado período da história (SAVIANI, 2013), etc., dará certo também em uma outra turma, cujas especificidades, são diferentes.

Com base neste simples pensamento é possível ter uma ideia de porque o ensino tradicional – fechado, mecanicista, descontextualizado, autoritário – assim como as pedagogias acríticas em geral, se constituem em práticas tão pobres e ineficazes em sala de aula: porque desconsideram que a educação deve considerar um conjunto de especificidades.

Tal prática está alicerçada na memorização de conceitos e equações, de maneira descontextualizada e visando a reprodução exata daquilo que foi passado pelo professor na aula, e essa reprodução está geralmente acompanhada de ansiedade e tensão de acertar/errar. O resultado disso é que os alunos não adquirem aprendizado significativo, de modo que o aluno não tem ideia de como aplicar o conteúdo trabalhado, pois essa prática não favorece o uso dinâmico do saber fora da sala de aula (POZO E GÓMEZ CRESPO, 2009). Além disso, a memorização dura somente o necessário para realizar a prova, isso quando não acontece de o aluno ter um “branco”, justamente porque não aprendeu de fato os conteúdos, mas decorou inúmeros macetes e regras, muitas vezes sem entender o que decorou. Sobre tal prática, Vigotski (2009) reflete:

Não menos que a investigação teórica, a experiência pedagógica nos ensina que o ensino direto de conceitos sempre se mostra impossível e pedagogicamente estéril. O professor que envereda por esse caminho costuma não conseguir senão uma assimilação vazia de palavras, um verbalismo puro e simples que estimula e imita a existência dos respectivos conceitos na criança mas, na prática, esconde o vazio. Em tais casos, a criança não assimila o conceito mas a palavra, capta mais de memória que de pensamento e sente-se impotente diante de qualquer tentativa de emprego consciente do conhecimento assimilado. No fundo, esse método de ensino de conceitos é a falha principal do rejeitado método puramente escolástico de ensino, que substitui a apreensão do conhecimento vivo pela apreensão de esquemas verbais mortos e vazios. (VIGOTSKI, 2009, p. 247).

Em oposição a isto, tem-se a Pedagogia Histórico-Crítica de Saviani (2013), que trata o aluno como um ser histórico, que traz uma bagagem de saberes e experiências de vida, cuja cultura é valorizada, e crítico, pois é capaz de transformar a sociedade ao seu redor (GASPARIN E PETENUCCI, 2008). Além da Pedagogia Histórico-Crítica, destaca-se a Pedagogia Libertadora de Freire (1987), que considera a educação um ato político, capaz de libertar e transformar os indivíduos oprimidos em indivíduos críticos, por meio uma educação humana.

Uma alternativa às abordagens tradicionais do conteúdo consiste na abordagem temática. Trata-se de uma proposta de ensino baseada em temas, que são os objetos de estudo do processo educativo (DELIZOICOV *et al*, 2018). A abordagem temática pode ser utilizada em atividades extracurriculares, na forma de projeto temático, que segundo Ignacio *et al* (2009), se constitui em uma alternativa às práticas tradicionais de ensino, capaz de fazer uma aproximação entre os conteúdos físicos e situações conhecidas pelos alunos, sem que seja necessário seguir uma sequência tradicional de abordagem destes conteúdos. Entretanto, Delizoicov *et al* (2018) incentiva o uso dessa abordagem não somente em atividades extracurriculares:

[...] Defende-se aqui justamente o contrário, que os professores precisam conduzir os estudos dos assuntos mais ausentes dos livros e das aulas tradicionais, os quais contarão sempre com a contribuição e o interesse dos alunos, ao passo que os tópicos tradicionais, ditos “paradigmáticos”, deveriam ser eventualmente remetidos para o estudo extraclasse! Os envolvidos podem estender a lista, seja por seus interesses, pelas demandas regionais, seja pela evolução científico-tecnológica e suas relações com a sociedade. (DELIZOICOV *et al*, 2018, p. 269)

A proposta de projetos temáticos já foi utilizada por muitos professores, das mais variadas disciplinas. Destaca-se o trabalho de Ignacio *et al* (2009), que elaboram o projeto temático “*A Física dos Esportes Radicais*” e concluiu que após a aplicação do projeto os seus alunos puderam compreender os conceitos físicos trabalhados e que eles “conseguem ver a física com outros olhos”. Vale destacar ainda o trabalho de Freitas e Halmenschlager (2014), que aplicou o projeto “*A Pressão e o Corpo Humano*” e utilizou a Pedagogia dos Três Momentos de Delizoicov e Angotti (1994) em sua prática, e conclui que seu projeto ajudou seus alunos a compreenderem os conteúdos de física trabalhados, entender o seu significado e entenderem o funcionamento do próprio corpo.

Com base nesta análise, acredita-se que, embora não se possa obter uma receita de aula perfeitamente satisfatória, é possível filtrar quais práticas estão associadas a valorização do aluno, de sua história, de sua curiosidade, de suas especificidades e limites individuais. Tais práticas buscam oferecer meios para tornar a aprendizagem mais significativa, buscam ensinar a pensar e aprender e incentivam a busca pelo conhecimento. Assim, favorecem a formação de indivíduos conscientes

não somente na esfera científica, mas também social, ambiental, econômica, política, etc.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GERAL**

O projeto temático proposto tem o objetivo de aplicar conceitos de Física estudados no Ensino Médio no estudo de Fenômenos Naturais, a fim de se estabelecer relações entre física do mundo real e a física idealizada e teórica. É importante que os alunos compreendam que grande parte dos conhecimentos de física surgiu a partir de observações de fenômenos e processos que ocorrem na natureza, e que portanto, não são restritos a criações isoladas de “gênios” em laboratórios.

Busca-se utilizar abordagem temática como uma alternativa para o ensino, de modo que cada fenômeno natural será considerado um objeto de estudo, sendo possível, a partir destes, a discussão dos conceitos de física que estão envolvidos na explicação dos fenômenos. Busca-se também possibilitar momentos de reflexão sobre a importância do estudo dos conceitos físicos relacionados aos fenômenos e a relação desses fenômenos com a população e o meio ambiente.

O projeto busca também esclarecer dúvidas e curiosidades dos alunos, visto que o desenvolvimento da curiosidade científica é uma etapa muito importante na vida de todo estudante. Atender aos questionamentos dos alunos é uma forma de aproximá-los e de fazê-los se interessar cada vez mais por ciências e por adquirir conhecimentos científicos, e por consequência, melhorar o seu rendimento escolar.

Ao final da aplicação do projeto espera-se que os alunos sejam capazes de relacionar grandezas, equações, leis e conceitos físicos com situações do cotidiano, não somente com aquelas apresentadas durante os encontros, mas com diversas outras, pois compreenderam que há física em todo lugar que se olhe e que todos são passíveis de entendê-la.



## 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do projeto temático proposto foram separados entre os encontros, e consistem em relações, discussões e reflexões que se buscam estabelecer. Esses objetivos são descritos no Quadro 1.

QUADRO 1 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA APLICAÇÃO DO PROJETO TEMÁTICO

Encontro	Objetivo
<b>Terremotos e as Ondas Mecânicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar a ocorrência dos terremotos com o movimento das placas tectônicas. Conhecer a localização das placas e os tipos de movimentos que elas realizam;</li> <li>• Relacionar o fenômeno do abalo sísmico a propagação de uma onda mecânica carregando energia;</li> <li>• Sistematizar o conhecimento sobre ondas, indicando suas características, tipos e propriedades;</li> <li>• Sistematizar o conhecimento sobre os mecanismos associados a detecção e classificação da magnitude dos terremotos;</li> <li>• Refletir sobre a possibilidade de ocorrência de terremotos no Brasil;</li> <li>• Oportunizar momento para realização da atividade proposta, na qual espera-se que o aluno seja capaz de indicar quais variáveis físicas estão relacionadas a ocorrência de abalos sísmicos, e se estas determinam o grau de devastação de locais atingidos por terremotos.</li> </ul>
<b>Vulcões e a Viscosidade de Fluidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar a ocorrência dos vulcões com o movimento das placas tectônicas. Relembrar a localização das placas e os tipos de movimentos que elas realizam;</li> <li>• Relacionar o fenômeno da erupção vulcânica com o estudo da viscosidade de diferentes tipos de fluidos;</li> <li>• Sistematizar o conhecimento sobre o fluido estudado (lava) e sobre a viscosidade, indicando as variáveis associadas a ela;</li> <li>• Relacionar o conhecimento sobre a propagação das ondas mecânicas, os fenômenos de reflexão e refração e a classificação das camadas da Terra;</li> <li>• Oportunizar momento para realização da atividade proposta, na qual espera-se que o aluno seja capaz de indicar grandezas relacionadas a viscosidade da lava e como ela influencia no grau de devastação de um local atingido.</li> </ul>
<b>Precipitação e as Mudanças de Estado Físico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar os diferentes estados físicos da matéria a energia cinética e energia de interação entre as partículas de um corpo;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematizar o conhecimento sobre a temperatura, indicando a relação entre ela e a energia cinética do corpo;</li> <li>• Apresentar as mudanças de estado físico, relacionando cada uma delas a um tipo de precipitação conhecida (chuva, granizo, neve, etc);</li> <li>• Refletir sobre a influência da composição do material nos seus pontos de fusão e ebulição, relacionando com a água que é mais familiar;</li> <li>• Relembrar o esquema do ciclo da água, e a partir disso, caracterizar cada um dos tipos de precipitação;</li> <li>• Oportunizar momento para realização da atividade proposta, na qual espera-se que o aluno seja capaz de relacionar os diferentes processos físicos envolvidos na formação dos tipos de precipitação.</li> </ul>
<b>Raios e o Plasma</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relembrar o conceito de temperatura, indicando sua relação com a energia cinética do corpo;</li> <li>• Estimular os alunos a pensarem sobre o que acontece com um corpo a temperaturas extremas (frio e quente);</li> <li>• Apresentar as características de outro estado da matéria, o plasma, e levar os alunos a pensarem, a partir de seus conhecimentos prévios, se os raios são formados por plasma;</li> <li>• Sistematizar os conceitos associados a formação das nuvens de tempestade e dos tipos de eletrizações associadas a formação dos raios nessas nuvens;</li> <li>• Relacionar a natureza elétrica do raio com o fenômeno de blindagem eletrostática, a fim de se explicar como funcionam os para-raios;</li> <li>• Oportunizar momento para realização da atividade proposta, na qual espera-se que o aluno seja capaz de relacionar as variáveis e processos físicos envolvidos na formação dos raios, e relacionar os fatores que influenciariam tentativas de aproveitamento da energia elétrica proveniente dos raios.</li> </ul>
<b>Furacões e a Pressão</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecer as características da formação dos ventos, indicando a sua relação com as variações de pressão;</li> <li>• Relacionar os conceitos de pressão e temperatura e discutir intuitivamente o comportamento de um gás quando há variação dessas propriedades;</li> <li>• Sistematizar os conhecimentos sobre as Transformações Gasosas, formalizando o que foi discutido intuitivamente;</li> <li>• Apresentar a Lei dos Gases Ideais, generalizando o estudo dos gases;</li> <li>• Definir quais são as características principais de um furacão e quais são as condições necessárias para a sua formação;</li> <li>• Apresentar o Efeito Coriolis e como ele influencia no movimento dos furacões no Hemisfério Norte e no Hemisfério Sul;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar a Escala Saffir-Simpson que indica as categorias de destruição dos furacões;</li> <li>• Oportunizar momento para realização da atividade proposta, na qual espera-se que o aluno seja capaz de indicar os fatores relacionados a formação de furacões, refletindo sobre a ocorrência (ou não) desse fenômeno no Brasil;</li> </ul>
<b>Cores do Céu e as Ondas Eletromagnéticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refletir sobre as diferenças de coloração do céu em diferentes momentos do dia, assim como sobre a coloração das nuvens ou dos objetos em geral;</li> <li>• Sistematizar o conhecimento sobre a natureza eletromagnética da luz e suas características fundamentais;</li> <li>• Sistematizar o conhecimento sobre os fenômenos de reflexão e refração da luz, indicando quais variáveis estão relacionadas a estes fenômenos;</li> <li>• Apresentar as características de uma refração específica, a refração Vácuo-Atmosfera, mostrando que as partículas presentes na atmosfera funcionam como um prisma;</li> <li>• Definir o fenômeno de dispersão, que é um tipo de refração e dá origem ao arco íris. Definir o fenômeno de espalhamento, que é um tipo de dispersão, e que dá origem as diferentes cores do céu;</li> <li>• Apresentar as principais características da formação de arco íris e da coloração azulada do céu, assim como da coloração avermelhada ao final do dia e da cor das nuvens;</li> <li>• Oportunizar momento para realização da atividade proposta, na qual espera-se que o aluno seja capaz de relacionar as variáveis envolvidas na variação de coloração do céu, por meio de uma reflexão sobre o que essas cores indicam sobre a poluição no local;</li> </ul>
<b>Radiação Solar e o Efeito Fotoelétrico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterizar os diferentes tipos de radiação emitidos pelo Sol, infravermelho, ultravioleta e luz visível, e como essas radiações interagem com o planeta Terra;</li> <li>• Indicar as consequências do ângulo de inclinação da Terra no recebimento da radiação solar, ocasionando as estações do ano;</li> <li>• Aprofundar a discussão sobre as teorias da natureza da luz e o contexto em que elas foram surgindo, até chegar na teoria de dualidade-onda partícula, aceita hoje;</li> <li>• Introduzir as principais ideias que deram origem a física moderna, como a quantização da energia e da luz;</li> <li>• Sistematizar os conhecimentos sobre o efeito fotoelétrico, envolvendo a frequência da radiação e o tipo de material utilizado;</li> <li>• Relacionar tais características do efeito fotoelétrico com a radiação solar, a fim de se explicar o funcionamento de painéis solares;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oportunizar momento para realização da atividade proposta, na qual espera-se que o aluno seja capaz de refletir sobre quais fatores estão associados a instalação e uso de painéis solares em diferentes regiões;</li> </ul>
<b>Aurora Boreal e o Campo Magnético</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir sobre as origens dos conhecimentos sobre o magnetismo dos materiais, caracterizando tipos de ímãs e de bússolas;</li> <li>• Destacar as propriedades magnéticas que envolvem as linhas de campo e os polos dos ímãs;</li> <li>• Apresentar a teoria sobre o campo magnético da Terra, a teoria do dínamo, indicando os fatores associados ao magnetismo terrestre;</li> <li>• Esclarecer as questões de nomenclatura de polos magnéticos e polos geográficos do planeta;</li> <li>• Relacionar as variáveis associadas a força magnética, chamando a atenção para a carga elétrica;</li> <li>• Sistematizar os conhecimentos sobre a classificação magnética dos materiais, divididas entre paramagnéticos, diamagnéticos e ferromagnéticos, mostrando exemplos de cada um;</li> <li>• Apresentar as características do fenômeno aurora boreal, relacionando a ocorrência de ventos solares com o campo magnético terrestre;</li> <li>• Indicar que os raios solares são fluxos de plasma vindos do sol, e relembrar as características básicas do plasma;</li> <li>• Oportunizar momento para realização da atividade proposta, na qual espera-se que o aluno seja capaz de sistematizar os conhecimentos sobre o comportamento do plasma em contato com o campo magnético terrestre, dando origem a auroras boreais e austrais;</li> </ul>
<b>Cometa Halley e as Leis de Kepler</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar as diferenças básicas entre cometas, asteroides e meteoros, indicando a composição e origem desses objetos celestes;</li> <li>• Apresentar o contexto histórico e as características das teorias de modelos cosmológicos, o geocentrismo e o heliocentrismo;</li> <li>• Apresentar a evolução dessas teorias e como elas levaram ao surgimento das Leis de Kepler, sistematizar cada uma delas e indicar os rumos da mecânica após tais leis;</li> <li>• Sistematizar os conhecimentos sobre cometas em geral e sobre o Cometa Halley em específico, apresentando detalhes da sua órbita e como ocorreu a sua identificação;</li> <li>• Oportunizar momento para realização da atividade proposta, na qual espera-se que o aluno seja capaz de diferenciar os tipos de objetos celestes que orbitam o Sistema Solar, analisando que tipo de informações são necessárias para se identificar a sua origem e comportamento de sua órbita;</li> </ul>

<p style="text-align: center;"><b>Marés e a Gravitação</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar características gerais da Lua a respeito de sua origem, composição, massa, etc;</li> <li>• Apresentar e sistematizar os tipos de movimentos que a Lua e a Terra realizam ao redor do Sol, sendo eles rotação, translação e revolução;</li> <li>• Relacionar tais movimentos com as porções iluminadas que se enxerga da lua em diferentes épocas do mês, que caracterizam as chamadas fases da lua;</li> <li>• Introduzir o conceito de atração gravitacional e as variáveis envolvidas na força dessa atração;</li> <li>• Relacionar o fenômeno de marés com a atração gravitacional exercida pela lua sobre a Terra, evidenciando seu efeito;</li> <li>• Definir os conceitos de perigeu e apogeu, relacionando com os conhecimentos sobre a atração gravitacional, a fim de se explicar o fenômeno da superlua;</li> <li>• Oportunizar momento para realização da atividade proposta, na qual espera-se que o aluno seja capaz de apontar as evidências que desmistificam a influência das fases da Lua no crescimento de cabelos, por exemplo, de acordo com a Lei da Gravitação Universal;</li> </ul>
--	--

FONTE: A autora (2019)

## 5 METODOLOGIA

A natureza do presente projeto temático, a metodologia utilizada durante a sua elaboração, execução e avaliação, assim como a descrição das atividades realizadas, são apresentadas abaixo:

### 5.1 NATUREZA DO PROJETO

O projeto Fenômenos Naturais e a Física baseia-se na perspectiva curricular de abordagem temática, onde os conceitos físicos a serem estudados foram relacionados a um tema principal (Fenômenos Naturais) e associados a temas específicos (cada um dos fenômenos), tratados como objetos de estudo. Na escolha do tema principal e dos temas específicos levou-se em consideração:

- A familiaridade dos alunos com os temas, seja por presenciarem os fenômenos ou por acompanharem sua ocorrência na TV ou internet;
- A curiosidade natural do ser humano em saber os porquês associados aos aspectos naturais do planeta Terra;



- A possibilidade de se elaborar explicações sobre o comportamento dos fenômenos naturais utilizando conceitos de física presentes no currículo do Ensino Médio;
- A possibilidade de se realizar discussões e reflexões que inserem a física diretamente no cotidiano dos alunos;

A partir da escolha dos temas específicos foram elaborados encontros que relacionam um fenômeno natural a um conteúdo geral de física, que por sua vez, inclui o estudo de diversas variáveis. Durante os encontros, o trabalho pedagógico visou contemplar os Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1994), os quais são:

**Problematização Inicial:** momento em que o professor apresenta o tema que será abordado, explora as concepções e ideias prévias dos alunos sobre, desperta a sua curiosidade e o motiva a aprender sobre aquele assunto.

**Organização do Conhecimento:** momento em que o professor sistematiza e discute o conteúdo, apresentando conceitos formais, que estão relacionados à problematização inicial.

**Aplicação do Conhecimento:** momento em que o professor desenvolve atividades avaliativas ou não, de forma que os alunos possam utilizar o conhecimento científico discutido durante a organização do conhecimento.

Além disso, buscou-se a constante valorização dos conhecimentos prévios trazidos pelos alunos, utilizados como base para a formalização e sistematização dos conceitos físicos abordados dentro dos temas específicos. O aluno é estimulado a superar eventuais concepções alternativas por meio da apropriação dos novos conhecimentos.

Buscou-se ainda cumprir os Princípios Básicos do Ensino caracterizados por Libâneo (2013), os quais são:

**Ter caráter científico e sistemático:** os conteúdos são organizados de maneira lógica, de acordo com conhecimentos atuais e que estimulem o desenvolvimento intelectual dos alunos, respeitando suas especificidades.

**Ser compreensível e possível de ser assimilado:** os conteúdos abordados são compatíveis com as possibilidades do aluno de assimilá-los, de maneira que o professor deve criar condições para o aluno poder dominar os novos conhecimentos.

**Assegurar a relação conhecimento-prática:** o professor oferece a garantia de que o aluno tenha condições de aplicar os conteúdos assimilados na vida real, em situações que vão além das que foram apresentadas.

**Assentar-se na unidade ensino-aprendizagem:** o professor oferece a garantia de que o aluno desenvolva autonomia, iniciativa e criatividade, de modo que seja capaz de elaborar e defender seu ponto de vista após a assimilação do conhecimento.

**Garantir a solidez dos conhecimentos:** os conhecimentos assimilados pelo aluno são demonstrados de maneira sólida em um espaço de tempo significativo e não esquecidos após a realização de uma prova.

**Levar à vinculação trabalho coletivo/particularidades individuais:** o professor direciona a sua prática ao conjunto de todos os alunos, entretanto, está atento as especificidades de cada aluno.

Quanto a classificação dos métodos de ensino de Libâneo (2013), buscou-se combinar o Método de exposição pelo Professor (MEP) e o Método de trabalho independente dos Alunos (MTIA). No MEP, os conhecimentos são apresentados aos alunos por meio de formas de exposição: exposição verbal, demonstração, ilustração e exemplificação. No MTIA, os alunos realizam atividades orientadas pelo professor, utilizando os conhecimentos adquiridos.

Vale ressaltar que, embora o sujeito do MEP seja o professor, durante todos os encontros os alunos foram encorajados a questionar, comentar e elaborar novas dúvidas, participando ativamente do processo de exposição dos conhecimentos (LIBÂNEO, 2013).

## 5.2 EXECUÇÃO DO PROJETO

O projeto temático foi ofertado para alunos de Ensino Médio do Colégio Estadual Gabriel de Lara, localizado no centro da cidade de Matinhos no litoral do Paraná. O desenvolvimento do projeto se deu no decorrer das atividades da disciplina de Estágio Supervisionado de Docência em Física 1 e 2, cumprido no mesmo colégio, durante o primeiro e o segundo semestre de 2019.

Previamente foram listados os alunos que teriam interesse em participar do projeto, de modo que a quantidade de vagas disponíveis era limitada pelo espaço do laboratório de ciências da instituição onde o projeto foi desenvolvido. No primeiro semestre o projeto foi desenvolvido com alunos do segundo ano, que chamaremos de

Turma A, e no segundo semestre participaram alunos do primeiro ano, que chamaremos de Turma B.

Todos os alunos que participaram do projeto foram previamente autorizados por escrito pelos seus responsáveis. Os alunos também receberam um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), disponível no Apêndice 1, que traz informações sobre a natureza do projeto desenvolvido e o papel dos alunos durante a aplicação do projeto.

Em todos os encontros foi utilizado o projetor *data show* que a escola disponibilizou, de modo que as aulas foram apresentadas em slides. Tais slides encontram-se nos Apêndices desse trabalho.

Na aplicação do projeto com a Turma A, foram realizados onze encontros, durante o período de 3 à 19 de junho de 2019. Nos oito primeiros encontros foram discutidos determinados conceitos de física, de acordo com cada um dos fenômenos naturais a serem estudados. Os fenômenos naturais abordados foram: Terremoto, Tsunami, Vulcão, Precipitação, Raios, Furacão, Cores do Céu, Radiação Solar e Aurora Boreal, dentro dos quais foram discutidos os conteúdos: Ondas Mecânicas, Viscosidade de Fluidos, Mudanças de Estado Físico, Plasma, Pressão, Ondas Eletromagnéticas, Efeito Fotoelétrico, Campo Magnético, e demais conteúdos que estão relacionados ao comportamento dos fenômenos abordados.

Durante os três encontros finais da aplicação do projeto com a Turma A, foi realizada a construção de instrumentos simples de medição de grandezas meteorológicas, utilizando materiais simples e de fácil acesso. Os instrumentos construídos foram: pluviômetro, barômetro, termômetro e anemômetro, e tal prática foi inspirada na atividade elaborada por Chiquito *et al* (2005).

Após a aplicação do projeto com a Turma A, decidiu-se reaplicá-lo com modificações durante o segundo semestre de 2019, com o intuito de refinar o trabalho pedagógico proposto. Tais modificações foram a substituição da atividade de construção de instrumentos meteorológicos pelo estudo de outros fenômenos que ainda não haviam sido abordados. A atividade substituída estava relacionada a uma parte do projeto que não pôde ser executada. De qualquer forma, acredita-se que assim os objetivos do projeto podem ser melhor alcançados.

Assim, na aplicação do projeto com a Turma B, foram realizados dez encontros, durante o período de 14 à 28 de outubro de 2019. Os oito primeiros encontros foram os mesmos que na aplicação com a Turma A, e os dois encontros

finais foram substituídos pelo estudo do Cometa Halley e do fenômeno de Marés, onde foram discutidos os conteúdos Leis de Kepler e Gravitação. Todas as atividades desenvolvidas desde a elaboração e aplicação do projeto, assim como a análise dos resultados, estão descritas no Quadro 2.

QUADRO 2 – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Atividade	Descrição
<b>Revisão de literatura</b> (01/04-01/05)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura de trabalhos de profissionais que já utilizaram projetos temáticos como ferramenta de apoio ao ensino;</li> <li>• Análise de diferentes metodologias;</li> <li>• Leitura de trabalhos de profissionais que já trabalharam conceitos de física a partir de estudos de fenômenos meteorológicos;</li> </ul>
<b>Preparação de material</b> (02/05-02/06)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleção de temas e conceitos de física;</li> <li>• Seleção de imagens, vídeos, experimentos;</li> <li>• Elaboração de apresentações;</li> <li>• Elaboração de instrumentos de avaliação;</li> </ul>
Encontro 1 <b>Terremotos e as Ondas Mecânicas</b> (Turma A – 03/06 Turma B – 14/10) <b>Apêndice 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação do projeto;</li> <li>• Explicação do TCLE;</li> <li>• Discutir sobre: placas tectônicas, abalos sísmicos, Círculo de Fogo, terremotos no Brasil, sismógrafos, escala Richter;</li> <li>• Estudo dos conceitos de Física: ondas, tipos e propriedades de ondas, ondas sísmicas, velocidade de ondas sísmicas;</li> </ul>
Encontro 2 <b>Vulcões e a Viscosidade de Fluidos</b> (Turma A – 04/06 Turma B – 16/10) <b>Apêndice 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir sobre: placas tectônicas, camadas da Terra, magma, erupções, tsunamis;</li> <li>• Estudo dos conceitos de Física: reflexão e refração de ondas sísmicas, viscosidade de fluidos, Lei de Stokes;</li> </ul>
Encontro 3 <b>Precipitação e as Mudanças de Estado Físico</b> (Turma A – 05/06 Turma B – 17/10) <b>Apêndice 4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir sobre: ciclo da água, chuva, pluviômetro, neve, granizo, geada, orvalho, nevoeiro;</li> <li>• Estudo dos conceitos de Física: estados físicos da matéria, temperatura, energia cinética e de interação das partículas, pontos de fusão e ebulição;</li> </ul>
Encontro 4 <b>Raios e o Plasma</b> (Turma A – 06/06 Turma B – 18/10) <b>Apêndice 5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir sobre: outros estados físicos da matéria, tipos de nuvens, nuvem cumulonimbus, raio, relâmpago, trovão, Gaiola de Faraday, para-raios;</li> <li>• Estudo dos conceitos de Física: Plasma, eletrização por contato, indução e atrito, blindagem eletrostática;</li> </ul>

<p>Encontro 5</p> <p><b>Furacões e a Pressão</b></p> <p>(Turma A – 07/06 Turma B – 21/10)</p> <p><b>Apêndice 6</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir sobre: circulação geral da atmosfera, ventos, zonas de baixa pressão, escala Saffir-Simpson;</li> <li>• Estudo dos conceitos de Física: pressão atmosférica, efeito e força de Coriolis, velocidade do vento.</li> </ul>
<p>Encontro 6</p> <p><b>Cores do céu e as Ondas Eletromagnéticas</b></p> <p>(Turma A – 10/06 Turma B – 22/10)</p> <p><b>Apêndice 7</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir sobre: composição da atmosfera, nascer e pôr do sol, nuvens, arco íris, prisma, sensibilidade do olho humano;</li> <li>• Estudo dos conceitos de Física: ondas eletromagnéticas, espectro eletromagnético, comprimento de onda, reflexão e refração, luz, dispersão, espalhamento de Rayleigh;</li> </ul>
<p>Encontro 7</p> <p><b>Radiação Solar e o Efeito Fotoelétrico</b></p> <p>(Turma A – 11/06 Turma B – 23/10)</p> <p><b>Apêndice 8</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir sobre: sol, balanço de radiação, estações do ano, painéis solares;</li> <li>• Estudo dos conceitos de Física: ondas eletromagnéticas, radiação infravermelha, ultravioleta e luz visível, fóton, equação do efeito fotoelétrico;</li> </ul>
<p>Encontro 8</p> <p><b>Aurora Boreal e o Campo Magnético</b></p> <p>(Turma A – 13/06 Turma B – 24/10)</p> <p><b>Apêndice 9</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir sobre: imã, bússola, campo magnético da Terra, ventos solares, aurora boreal e austral;</li> <li>• Estudo dos conceitos de Física: vetor campo magnético, teoria do dínamo, classificação magnéticas dos materiais, plasma;</li> </ul>
<p>Encontro 9</p> <p><b>Construção de Instrumentos de Medição</b></p> <p>(Turma A – 17/06)</p> <p>SUBSTITUÍDO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção de instrumentos caseiros de medição de variáveis meteorológicas. Instrumentos construídos: barômetro, termômetro, anemômetro e pluviômetro;</li> </ul>
<p>Encontro 9</p> <p><b>Cometa Halley e as Leis de Kepler</b></p> <p>(Turma B – 25/10)</p> <p><b>Apêndice 10</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir sobre: cometas, asteroides e meteoros, contexto histórico das teorias de modelos cosmológicos e das leis de Kepler, características do cometa Halley;</li> <li>• Estudo dos conceitos de Física: corpos celestes, geocentrismo, heliocentrismo, primeira, segunda e terceira leis de Kepler;</li> </ul>
<p>Encontro 10</p> <p><b>Coleta de Dados Simulados</b></p> <p>(Turma A – 18/06)</p> <p>SUBSTITUÍDO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulações de fenômenos para a coleta de dados utilizando os instrumentos de medição construídos pelos alunos: Barômetro: investigar o efeito da variação de pressão atmosférica e a formação de chuva; Termômetro: investigar a relação entre a temperatura e a pressão atmosférica e como isso influencia na formação de chuva; Anemômetro: refletir sobre como são realizados os cálculos de velocidade do vento; Pluviômetro: investigar o efeito da variação do formato do pluviômetro e sua relação com o volume;</li> </ul>



<p>Encontro 10</p> <p><b>Marés e a Gravitação</b></p> <p>(Turma B – 28/10)</p> <p><b>Apêndice 11</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir sobre: lua, movimentos da Terra e da lua, fases da lua, marés, superlua;</li> <li>• Estudo dos conceitos de Física: movimentos de rotação, translação e revolução, atração gravitacional, lei da gravitação universal;</li> <li>• Preenchimento de questionário final (Apêndice 12) sobre as impressões deixadas pelo projeto;</li> <li>• Confraternização e entrega de certificados de participação;</li> </ul>
<p>Encontro 11</p> <p><b>Interpretações dos Dados Coletados</b></p> <p>(Turma A – 19/06)</p> <p>SUBSTITUÍDO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretação das observações feitas na coleta de dados, fazendo relações entre as variáveis;</li> <li>• Preenchimento de questionário final sobre as impressões deixadas pelo projeto;</li> <li>• Confraternização e entrega de certificados de participação;</li> </ul>
<p><b>Análise das atividades produzidas</b></p> <p>(Turma A – 19-26/06)</p> <p>Turma B – 28/10-04/11)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura e análise das atividades produzidas pelos alunos ao final de cada encontro, como forma de avaliação do projeto;</li> </ul>
<p><b>Orientação individual</b></p> <p>(01/04-15/07)</p> <p>05/08-04/12)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientação individual com a professora Gabriela e com o professor Virnei;</li> </ul>
<p><b>Elaboração do TCC</b></p> <p>(01/04-27/11)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboração do relatório de atividades referentes ao TCC, realizadas durante o ano de 2019.</li> </ul>

FONTE: A autora (2019)

### 5.3 AVALIAÇÃO DO PROJETO

Para cada um dos encontros que envolvem o estudo dos fenômenos naturais foram elaborados instrumentos de avaliação do processo de ensino-aprendizagem, que em nenhum momento tiveram caráter classificatório ou de atribuição de notas. As atividades realizadas têm o objetivo de indicar o tipo e o grau de reflexão que os alunos realizaram sobre determinado conhecimento, além de indicar onde estão as suas dificuldades, para que seja possível o refinamento de estratégias e metodologias utilizadas na aplicação do projeto temático.

Buscou-se a elaboração de atividades de avaliação que não exigissem que o aluno reproduzisse o que tinha acabado de ser discutido durante o encontro, mas sim que o fizesse refletir sobre quais variáveis estão associadas aquele conhecimento. Libâneo (2013) sintetiza as características relevantes da avaliação, as quais foram levadas em consideração na elaboração das atividades:

**Reflete a unidade objetivos-conteúdos-métodos:** o aluno demonstra na avaliação que alcançou os objetivos da aula, ou seja, que os conteúdos foram assimilados e que o método utilizado funcionou.

**Possibilita a revisão do plano de ensino:** o professor pode adequar o seu plano de ensino de acordo com as necessidades da turma, com base na resposta do aluno à sua avaliação.

**Ajuda a desenvolver capacidades e habilidades:** a avaliação faz parte do processo de ensino-aprendizagem e possibilita ao professor um diagnóstico de como a sua aula está colaborando com o desenvolvimento intelectual, social e moral de cada aluno, de modo que ele pode intervir se achar necessário.

**Voltar-se para a atividade dos alunos:** os alunos estão sempre praticando e desenvolvendo as suas capacidades, e não apenas realizando uma prova no final do bimestre, por exemplo.

**Ser objetiva:** a avaliação é clara quantos aos seus objetivos e busca refletir os conteúdos que foram realmente assimilados pelos alunos.

**Ajuda na auto percepção do professor:** o professor pode usar a avaliação como um termômetro de sua própria prática, capaz de indicar se suas estratégias didáticas e se os seus métodos são adequados, se os recursos oferecidos são suficientes, se o conteúdo foi exposto de forma clara, etc.

Assim, foram elaboradas perguntas destinadas ao final de cada encontro, que possibilitassem uma reflexão dos conteúdos trabalhados. Buscou-se ainda classificar o caráter da atividade proposta em cada encontro em Problematização (P), Organização (O) e Aplicação (A) do conhecimento, relacionando o processo de avaliação também com a Pedagogia dos Três Momentos de Delizoicov e Angotti (1994). As produções escritas realizadas pelos alunos são apresentadas e discutidas na seção Resultados e Discussão. Os objetivos das atividades propostas são pontuadas no Quadro 3.

QUADRO 3 – OBJETIVOS DAS ATIVIDADES PROPOSTAS NO PROJETO

Encontro	Objetivo da avaliação
<b>Terremotos e as Ondas Mecânicas</b>	Investigação sobre quais variáveis estão relacionadas a maior devastação de um local na ocorrência de terremotos. (P)
<b>Vulcões e a Viscosidade de Fluidos</b>	Elaboração de procedimentos para a determinação da viscosidade de um fluido, utilizando a Lei de Stokes. (O)

<b>Precipitação e as Mudanças de Estado Físico</b>	Representação gráfica das formas de precipitação e das variáveis relacionadas a sua formação. (O)
<b>Raios e o Plasma</b>	Investigação sobre a viabilidade do aproveitamento da energia elétrica proveniente de descargas atmosféricas. (A)
<b>Furacões e a Pressão</b>	Investigação das causas e consequências de um aumento hipotético na ocorrência de furacões no Brasil. (P)
<b>Cores do céu e as Ondas Eletromagnéticas</b>	Investigação da relação entre a poluição e as cores que observamos no céu. (P)
<b>Radiação Solar e o Efeito Fotoelétrico</b>	Investigação da viabilidade de utilização de painéis solares na cidade de Matinhos. (A)
<b>Aurora Boreal e o Campo Magnético</b>	Representação gráfica da radiação solar atingindo as linhas de campo magnético do planeta Terra. (O)
<b>Cometa Halley e as Leis de Kepler</b>	Representação gráfica das órbitas de diferentes corpos celestes e caracterização de cada um deles. (O)
<b>Marés e a Gravitação</b>	Investigação sobre as evidências que contestam mitos comuns sobre a influência das fases da lua. (P)

FONTE: A autora (2019)

Finalmente, foi aplicado um questionário ao final da aplicação do projeto, com o objetivo de se entender quais foram as impressões gerais que os alunos tiveram do projeto, o que agradou e o que desagradou, e o que eles gostariam de mudar. As respostas dos questionários são discutidas na seção Resultados e Discussão.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise e discussão dos resultados foi realizada considerando-se dois tipos de dados: as produções escritas que os alunos elaboraram em resposta às atividades propostas no final de cada encontro, e as respostas do questionário final aplicado no último encontro do projeto.

### 6.1 ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS PRODUÇÕES ESCRITAS

Ao final de cada encontro os alunos eram convidados a pensar sobre uma série de fatores e variáveis envolvidas no estudo dos fenômenos. Para cada atividade proposta foram listados pontos específicos que se esperava que os alunos reconhecessem e relacionassem, e quais realmente foram.

Um total de 34 alunos participaram e concluíram o projeto, obtendo pelo menos 75% de frequência nos encontros, sendo que 13 alunos correspondem a Turma A e 21 alunos correspondem a Turma B. Destes, 9 alunos da Turma A (69,23%) e 9 alunos da Turma B (42,85%) realizaram pelo menos uma das atividades propostas.

Vale destacar que, como as atividades não “valiam nota” ou nenhuma outra moeda de troca, a maior dificuldade encontrada durante a execução do projeto foi justamente conscientizar os alunos da importância de se realizar as atividades propostas. Tal fato é compreensível, já que o que se percebe na escola (com base nos estágios supervisionados) é que os alunos estão acostumados a atribuir a resolução de exercícios, leituras, pesquisas, debates, etc. somente como meios de se ganhar nota. Foi preciso, então, insistir aula por aula para que eles tentassem realizar as atividades propostas no projeto, e mesmo assim, poucos se dedicaram à realização delas.

Os alunos cujos dados fazem parte desta discussão, são aqueles que concordaram com o seu uso nesta pesquisa, e como se tratam de participantes menores de 18 anos, também foram autorizados pelos seus responsáveis, através do TCLE. Também de acordo com o TCLE, a identidade desses alunos será preservada, de modo que serão diferenciados uns dos outros pelas notações:

- A1, A2, A3, ... os alunos da Turma A; e
- B1, B2, B3, ... os alunos da Turma B.

Os resultados das atividades propostas são discutidos a seguir:

a) Terremotos e as Ondas Mecânicas

A atividade proposta no encontro sobre Terremotos e as Ondas Mecânicas foi a seguinte:

*Suponha que ocorreram sismos nestas 3 localidades: Peru, Indonésia e Islândia. Em qual delas acontecerá um terremoto mais devastador? Em qual localidade haverá mais danos? Que tipo de informações você precisa para responder a essas perguntas?*

Essa atividade foi classificada como uma Problemática, pois exige que o aluno reflita não só sobre variáveis físicas, mas também sobre fatores geográficos, socioeconômicos e históricos da região.

Esperava-se que os alunos levassem em consideração os seguintes pontos na elaboração de respostas satisfatórias à atividade:

1. Magnitude dos sismos;
2. Proximidade com limites de placas tectônicas;
3. Tipo de movimento das placas tectônicas;
4. Proximidade com o oceano;
5. Densidade populacional e economia;
6. Outros terremotos que ocorreram na região;

No Quadro 4 são resumidas as respostas obtidas na atividade, de maneira que foram assinalados com um X os pontos que cada aluno considerou e com um N os alunos que não realizaram essa atividade:

QUADRO 4 – RESUMO DAS RESPOSTAS DA ATIVIDADE SOBRE TERREMOTOS E AS ONDAS MECÂNICAS

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5	A6	B6	A7	B7	A8	B8	A9	B9
1		N					N				N	N	N			N		
2	X	N		X	X	X	N		X		N	N	N	X		N		X
3	X	N				X	N		X		N	N	N			N		
4	X	N	X				N		X		N	N	N			N		
5	X	N	X	X	X	X	N		X	X	N	N	N		X	N	X	
6	X	N	X				N		X		N	N	N		X	N		

FONTE: A autora (2019)

Além disso, alguns alunos pontuaram outras informações que não eram esperadas previamente, mas que também são relevantes na reflexão:

- Tamanho do território do país;
- Solo vulcânico nas proximidades;
- Existência de usinas hidrelétricas nas proximidades;

Destaca-se ainda que a maioria dos alunos que realizou esta atividade reconheceu que a proximidade da região com limites entre placas tectônicas e que os dados socioeconômicos da população são fatores determinantes no grau de devastação de um terremoto, e não somente a sua magnitude em si. Portanto, foi possível perceber que houve apropriação do conhecimento científico de forma contextualizada, o que vem de encontro com os pressupostos de Saviani (2013), que defende uma aliança entre a sistematização lógica dos conteúdos e a aprendizagem crítica.

## b) Vulcões e a Velocidade de Fluidos

A atividade proposta no encontro sobre Vulcões e a Viscosidade de Fluidos foi a seguinte:

*Supondo que a lava de um vulcão possa ser simulado utilizando detergente de cozinha, quais procedimentos você utilizaria para calcular a viscosidade da lava? O que valores de viscosidade indicam a respeito da velocidade da lava, de sua composição e de seu poder de destruição?*

Essa atividade foi classificada como Organização do Conhecimento, pois exige que o aluno sistematize e indique quais procedimentos hipotéticos seriam adequados para a obtenção de uma variável física (a viscosidade), e reflita sobre o significado real do valor que seria obtido.

Esperava-se que os alunos levassem em consideração os seguintes pontos na elaboração de respostas satisfatórias à atividade:

1. Utilização de uma equação capaz de generalizar o cálculo da viscosidade para qualquer fluido (detergente, lava, ou outro), no caso, a Lei de Stokes;
2. Procedimentos necessários em um experimento para se determinar a viscosidade, utilizando a Lei de Stokes;
3. Densidade do fluido (detergente ou lava);
4. Relação entre a viscosidade da lava e sua composição;
5. Relação entre a viscosidade e a velocidade da lava;
6. Relação entre a velocidade da lava e seu poder de destruição;

No Quadro 5 são resumidas as respostas obtidas na atividade, de maneira que foram assinalados com um X os pontos que cada aluno considerou e com um N os alunos que não realizaram essa atividade:

QUADRO 5 – RESUMO DAS RESPOSTAS DA ATIVIDADE SOBRE VULCÕES E A VISCOSIDADE DE FLUIDOS

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5	A6	B6	A7	B7	A8	B8	A9	B9
1	X		X	X	N	X	N	X	N	N		N	N	N	N	N	N	N
2	X		X		N	X	N	X	N	N	X	N	N	N	N	N	N	N
3	X	X	X		N		N		N	N		N	N	N	N	N	N	N
4		X		X	N		N		N	N		N	N	N	N	N	N	N
5	X			X	N		N		N	N		N	N	N	N	N	N	N
6	X			X	N		N		N	N		N	N	N	N	N	N	N

FONTE: A autora (2019)



Observou-se que o(a) aluno(a) B1 confundiu as variáveis viscosidade e densidade ao fazer a relação com a velocidade e com o poder de destruição, e pontuou também a temperatura da lava em sua análise da atividade.

Outro ponto a ser destacado é que poucos alunos tentaram resolver o problema, e alguns deles relataram, em particular, que não sabiam como realizar os cálculos relacionados à Lei de Stokes. Na oralidade foi possível perceber que a maior parte dos alunos até entende a relação entre viscosidade e velocidade da lava, mas tem dificuldade com a sistematização matemática que a comprova.

Este fato pode estar relacionado com a defasagem de conteúdos de matemática nos anos anteriores, o que acaba criando um bloqueio nos alunos, que acham que nunca vão conseguir entender os cálculos apresentados. Adicionado a isso, a metodologia utilizada neste projeto temático não era focada à resolução de problemas, de modo que o aparato matemático necessário para tal pode não ter sido bem explorado, e isso foi refletido nas atividades dos alunos. Para aplicação futura deste projeto, a atividade do encontro sobre vulcões deverá ser revisada.

c) Precipitação e as Mudanças de Estado Físico

A atividade proposta no encontro sobre Precipitação e as Mudanças de Estado foi a seguinte:

*Represente graficamente a chuva, o granizo, a neve, a geada, o orvalho, o nevoeiro, e indique todos os processos de mudança de estado físico que ocorrem na formação desses fenômenos, justificando cada um deles. Indique também a temperatura em que se formam, a região onde se formam (maior altitude ou menor altitude), e utilize a escala de cores abaixo para indicar a umidade mínima necessária para que o fenômeno possa ocorrer.*

**Umidade do ar entre:**



0% - 30%



30% - 60%



60% - 100%

Essa atividade foi classificada como Organização do Conhecimento, pois exige que o aluno sistematize, relacione e indique as variáveis (temperatura, altitude, umidade) e processos de mudança de estado físico (fusão, solidificação, vaporização,

condensação, sublimação e ressublimação) envolvidos na formação de diferentes tipos de precipitação.

Esperava-se que os alunos levassem em consideração os seguintes pontos na elaboração de respostas satisfatórias à atividade:

1. Características de cada processo de mudança de estado físico;
2. Associação dos processos com os fenômenos;
3. Temperaturas críticas de cada um dos processos;
4. Influência da altitude e da umidade em conjunto com a temperatura;
5. Desenho dos fenômenos e utilização da escala de cores da umidade;

No Quadro 6 são resumidas as respostas obtidas na atividade, de maneira que foram assinalados com um X os pontos que cada aluno considerou e com um N os alunos que não realizaram essa atividade. Para esta atividade também foram consideradas pontos reconhecidos parcialmente, assinalados com a letra P, quando o aluno analisou satisfatoriamente alguns fenômenos, mas outros não.

QUADRO 6 – RESUMO DAS RESPOSTAS DA ATIVIDADE SOBRE PRECIPITAÇÃO E AS MUDANÇAS DE ESTADO FÍSICO

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5	A6	B6	A7	B7	A8	B8	A9	B9
1	X	N	N	N	X	N	N	P	X	N	N	N	N	N	N	N	N	P
2	X	N	N	N	X	N	N	P	X	N	N	N	N	N	N	N	N	P
3	P	N	N	N	P	N	N			N	N	N	N	N	N	N	N	
4	P	N	N	N	P	N	N		X	N	N	N	N	N	N	N	N	P
5	P	N	N	N		N	N	P		N	N	N	N	N	N	N	N	P

FONTE: A autora (2019)

Alguns alunos confundiram os nomes dos processos de mudança de estado físico, e a maioria deles não elaborou a ilustração proposta. Alguns relataram posteriormente que não entenderam o que seria uma “representação gráfica”, o que se imagina que tenha sido a dúvida de outros também.

Além disso, acredita-se que a utilização de nomenclaturas um pouco mais difíceis de serem lembradas podem diminuir a motivação para a realização das atividades. A partir de observações em sala, notou-se que os alunos até entendem que a neve se forma quando a água em estado líquido passa direto para o estado sólido, por exemplo, mas tem dificuldade de reconhecer que isso se trata do fenômeno de ressublimação.

Desse modo, acredita-se que os alunos precisariam de mais tempo para assimilar tais nomenclaturas, e que deveriam ser acrescentadas outras estratégias de ensino à prática do professor, no intuito de criar meios para que o aluno possa se apropriar dos novos conhecimentos, assim como recomenda Libâneo (2013) em seus Princípios Básicos do Ensino.

d) Raios e o Plasma

A atividade proposta no encontro sobre Raios e o Plasma foi a seguinte:

*Considerando o grande quantidade de energia necessária para o consumo nos dias atuais, você acha que seria útil se pudéssemos, alguma forma, aproveitar e energia elétrica proveniente dos raios? Por quê? Se sim, como você acha que seria possível esse aproveitamento? Que tipo de dificuldades surgiriam na hora de colocar essa teoria em prática?*

Essa atividade foi classificada como Aplicação do Conhecimento, pois exige que o aluno relacione e utilize todos os conceitos e variáveis estudadas na elaboração de uma solução para um problema da vida real.

Esperava-se que os alunos levassem em consideração os seguintes pontos na elaboração de respostas satisfatórias à atividade:

1. Vantagens do uso de energias alternativas;
2. Relacionar regiões com densidade de raios maior e menor;
3. Equipamentos/tecnologia capazes de captar a energia dos raios;
4. Previsão da ocorrência;
5. Considerar o estado de plasma do raio;

No Quadro 7 são resumidas as respostas obtidas na atividade, de maneira que foram assinalados com um X os pontos que cada aluno considerou e com um N os alunos que não realizaram essa atividade:

QUADRO 7 – RESUMO DAS RESPOSTAS DA ATIVIDADE SOBRE RAIOS E O PLASMA

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5	A6	B6	A7	B7	A8	B8	A9	B9
1	X		X			X		N	N	X	N	N		X	N	X	N	X
2				X				N	N		N	N			N		N	
3	X	X	X	X	X	X		N	N	X	N	N	X	X	N		N	X
4	X				X		X	N	N		N	N			N		N	
5								N	N		N	N			N		N	

FONTE: A autora (2019)

Destaca-se a resposta do(a) aluno(a) A3, que além dos pontos esperados, reconheceu que seria necessário considerar também a quantidade de energia do raio para que a sua sugestão de equipamento seja adequada e não “exploda”:

*“Eu acho que seria bem útil se pudéssemos aproveitar essa quantidade de energia [...] se nós pudéssemos colocar para-raios em prédios, ao invés de ligar a base deles na terra, nós deveríamos ligar ele em uma bateria, e assim, a bateria seria carregada e os geradores auxiliares do prédio deveriam ter uma adaptação para que essa bateria fosse plugada a ele, e assim os prédios poderiam estocar energia. Eu acho que para que isso fosse possível, um dos problemas seria prever e calcular o **quanto de energia** tem em um raio, e saber aonde ele vai cair pois se não calcularmos a energia do raio, a bateria irá explodir.”*

Outros pontos destacados pelos alunos foram:

- Dissipação da energia antes de conseguir utilizá-la;
- Falta de um “recipiente” para se armazenar a energia;
- Distribuição da energia;
- Falta de consciência da humanidade para o uso de uma energia “infinita”;
- Ocorrência de curtos circuitos e explosões se a captação não fosse eficiente;
- Tempo até colocar uma tecnologia desse tipo em prática;
- Energia insuficiente;

Nota-se que a maior parte dos alunos elaborou uma resposta para esta atividade e que vários deles destacaram pontos que não eram esperados previamente. Tal fato pode indicar que os alunos se sentem mais motivados a utilizar os conhecimentos apropriados em problemas e situações reais. O encontro sobre raios foi um dos que mais estimularam a curiosidade dos alunos e que rendeu mais dúvidas.

Mais uma vez destaca-se que a apropriação do conhecimento se deu de forma contextualizada, e que a essa contextualização (e consequente aproximação do aluno aos conteúdos) enriquece o processo de ensino-aprendizagem. Além disso, a possibilidade de reflexão sobre as consequências ambientais e sociais do uso de uma fonte de energia alternativa, proveniente dos raios, evidenciou o caráter transformador do conhecimento, como destaca Delizoicov e Brick (2012), onde o aluno pode atuar na transformação do mundo onde vive.

e) Furacões e a Pressão

A atividade proposta no encontro sobre Furacões e a Pressão:

*Por que quase não há registros de furacões no Brasil? Isso pode mudar? Quais variáveis estariam relacionadas a um possível aumento na ocorrência de furacões no Brasil? Você acha que o Brasil estaria preparado para enfrentar uma “temporada de furacões”, como ocorre nos Estados Unidos, por exemplo?*

Essa atividade foi classificada como Problemática, pois exige que o aluno reflita não só sobre variáveis físicas associadas ao fenômeno, mas também sobre fatores socioeconômicos e infraestrutura do seu país.

Esperava-se que os alunos levassem em consideração os seguintes pontos na elaboração de respostas satisfatórias à atividade:

1. Relação da temperatura com a ocorrência de furacões;
2. Aumento da temperatura global causada pela atividade humana;
3. Relação entre pressão e temperatura;
4. Infraestrutura e economia do Brasil;
5. Relação entre preparo e necessidade de se proteger do fenômeno;

No Quadro 8 são resumidas as respostas obtidas na atividade, de maneira que foram assinalados com um X os pontos que cada aluno considerou e com um N os alunos que não realizaram essa atividade:

QUADRO 8 – RESUMO DAS RESPOSTAS DA ATIVIDADE SOBRE FURACÕES E A PRESSÃO

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5	A6	B6	A7	B7	A8	B8	A9	B9
1	X	X		X	X	X	N	N	X	X	N	N	N	X	N		N	N
2	X	X		X		X	N	N	X	X	N	N	N		N		N	N
3							N	N			N	N	N		N		N	N
4				X	X	X	N	N	X	X	N	N	N	X	N	X	N	N
5	X		X				N	N			N	N	N		N		N	N

FONTE: A autora (2019)

Pontos que os alunos também destacaram:

- Despreparo de hospitais para atender feridos;
- Desespero das pessoas por nunca terem passado por uma situação dessas;
- Resistência de casas de tijolos no Brasil (possivelmente uma comparação com as paredes de *drywall*, populares nos Estados Unidos);

Percebe-se que a maioria dos alunos relacionou as ações de preparo contra os danos da ocorrência de um furacão hipotético no Brasil com a infraestrutura e a economia do país. A maioria deles também entende a relação entre a temperatura e a ocorrência de furacões, e conseqüentemente, o que o aumento na temperatura poderia ocasionar. Tais relações salientam uma apropriação crítica dos conteúdos discutidos, ocorrendo a ligação com o mundo real.

Entretanto, notou-se que nenhum dos alunos mencionou a relação entre a temperatura e a pressão, sendo a pressão outra variável relacionada a ocorrência de furacões. Desse modo, é possível que esta relação não tenha ficado tão clara em tal encontro, o que exige que em uma aplicação futura do projeto esse aspecto seja adequado, a partir da utilização de diferentes estratégias de ensino, para que a aprendizagem dos alunos possa ser mais significativa.

f) Cores do Céu e as Ondas Eletromagnéticas

A atividade proposta no encontro sobre Cores do Céu e as Ondas Eletromagnéticas foi a seguinte:

*Suponha que você está fazendo um estudo sobre a poluição do ar e gostaria de fazer análises da concentração de gás carbônico na atmosfera. Algum aspecto das cores do céu em determinada região pode dizer algo a respeito da poluição neste local? Por quê?*

Essa atividade foi classificada como Problemática, pois exige que o aluno reflita não só sobre variáveis físicas associadas ao fenômeno, mas também com fatores ambientais de uma determinada região.

Esperava-se que os alunos levassem em consideração os seguintes pontos na elaboração de respostas satisfatórias à atividade:

1. Influência da poluição nas cores do céu;
2. Partículas de gás carbônico se comportam como prisma;
3. Relação entre a quantidade de partículas e a quantidade de luz espalhada;
4. Relação entre o horário do dia e o comprimento de onda da luz espalhada;
5. Tamanho da molécula de gás carbônico em relação ao oxigênio;
6. Relação entre o comprimento de onda da luz com tons avermelhados e a molécula de gás carbônico;
7. Espalhamento de Mie;



No Quadro 9 são resumidas as respostas obtidas na atividade, de maneira que foram assinalados com um X os pontos que cada aluno considerou e com um N os alunos que não realizaram essa atividade. Para esta atividade também foram consideradas pontos reconhecidos parcialmente, assinalados com a letra P, pois alguns alunos utilizaram frases não totalmente corretas em suas respostas:

QUADRO 9 – RESUMO DAS RESPOSTAS DA ATIVIDADE SOBRE AS CORES DO CÉU E AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5	A6	B6	A7	B7	A8	B8	A9	B9
1	X		X	X	X	X	X	N	N	X	N	N	X		N	N	N	N
2	X	P	X		X		P	N	N		N	N	P	P	N	N	N	N
3	X			X	X			N	N		N	N	P		N	N	N	N
4				X	P	X		N	N		N	N			N	N	N	N
5								N	N		N	N			N	N	N	N
6								N	N		N	N			N	N	N	N
7				X				N	N		N	N			N	N	N	N

FONTE: A autora (2019)

Observou-se que, neste tema específico, apesar dos alunos mostrarem curiosidade durante o encontro sobre o assunto, a maior parte deles teve dificuldade em fazer as relações e reconhecer os pontos esperados.

Este fato pode sinalizar a dificuldade de se compreender conceitos mais abstratos, como as ondas eletromagnéticas, que o aluno não pode ver, sentir ou tocar. Em uma aplicação futura do projeto, poderiam ser utilizadas estratégias de ensino diferentes ou a combinação de diferentes estratégias, de modo a ajudar o aluno a compreender conceitos que são menos intuitivos.

Vale destacar que, a percepção das dificuldades dos alunos e das limitações das estratégias de ensino do professor são objetivos gerais dos instrumentos avaliativos propostos neste projeto, e as informações obtidas serão utilizadas como base de ajustes da metodologia, assim como indica Libâneo (2013) e Delizoicov e Brick (2012).

De qualquer forma, acredita-se que a maior parte dos alunos conseguiu, mesmo que parcialmente, associar os diferentes comprimentos da luz com as diferenças de tonalidade das cores do céu.

g) Radiação Solar e o Efeito Fotoelétrico

A atividade proposta no encontro sobre a Radiação Solar e o Efeito Fotoelétrico foi a seguinte:

*Você considera o uso de painéis solares relevante? Quais dificuldades você acha que envolvem o uso desta tecnologia? Você acha que seria viável a instalação de painéis solares em residências da cidade de Matinhos? Por quê? Em que locais a instalação desses painéis renderia mais custo benefício?*

Essa atividade foi classificada como Aplicação do Conhecimento, pois exige que o aluno relacione e utilize todos os conceitos e variáveis estudadas na elaboração de uma solução para um problema da vida real.

Esperava-se que os alunos levassem em consideração os seguintes pontos na elaboração de respostas satisfatórias à atividade:

1. Transformação de energia solar em energia elétrica;
2. Vantagens do uso de energias alternativas;
3. Custo-benefício dos painéis solares;
4. Condições climáticas e meteorológicas adequadas;
5. Regiões com maior e menor potencial;
6. Impossibilidades práticas;

No Quadro 10 são resumidas as respostas obtidas na atividade, de maneira que foram assinalados com um X os pontos que cada aluno considerou e com um N os alunos que não realizaram essa atividade:

QUADRO 10 – RESUMO DAS RESPOSTAS DA ATIVIDADE SOBRE A RADIAÇÃO SOLAR E O EFEITO FOTOELÉTRICO

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5	A6	B6	A7	B7	A8	B8	A9	B9
1	X				N		N		N		X	N	N		N	N	N	N
2					N		N	X	N			N	N		N	N	N	N
3	X	X	X	X	N	X	N		N			N	N	X	N	N	N	N
4	X	X		X	N	X	N	X	N	X		N	N	X	N	N	N	N
5	X			X	N	X	N		N	X		N	N		N	N	N	N
6	X				N		N		N			N	N		N	N	N	N

FONTE: A autora (2019)

Vale destacar que o(a) aluno(a) B3 confundiu os conceitos de frequência e intensidade da radiação e que o(a) aluno(a) não considerou a palavra local como

região ou cidade, tendo respondido que o melhor local para se instalar painéis solares seria no telhado da casa ou em cima de uma horta.

Destaca-se ainda que a maior parte dos alunos considerou em suas reflexões o custo-benefício dos painéis solares e a dependência das condições climáticas e meteorológicas para um melhor aproveitamento desta tecnologia. Mais uma vez pode-se notar uma apropriação crítica e contextualizada dos conteúdos discutidos, de modo que os alunos são capazes de aplicar os novos conhecimentos em situações reais, atravessando as paredes da sala de aula, o que é valorizado por Pozo e Gómez Crespo (2009).

#### h) Aurora Boreal e o Campo Magnético

A atividade proposta no encontro sobre a Aurora Boreal e o Campo Magnético foi a seguinte:

*Faça uma representação gráfica das linhas de campo do planeta Terra e indique o que acontece quando elas são atingidas pelos ventos solares. Por que as auroras boreais e austrais são vistas nos polos do planeta? Indique a resposta em seu desenho.*

Essa atividade foi classificada como Organização do Conhecimento, pois exige que o aluno sistematize e represente em um desenho as linhas de campo magnético, que possuem a propriedade de serem mais fortes nos polos.

Nesta atividade esperava-se que os conceitos como plasma e campo magnético ficassem menos abstratos para os alunos, por meio da representação pictórica. A linguagem visual é capaz de representar fenômenos cuja explicação somente com palavras não é suficiente para o aluno. Além disso, de acordo com Andrade *et al* (2007), desenhos são importantes para o desenvolvimento do aluno, dão forma e sentido ao que foi discutido na aula.

Esperava-se que os alunos levassem em consideração os seguintes pontos na elaboração de respostas satisfatórias à atividade:

1. Polos magnéticos do planeta;
2. Linhas de campo da Terra;
3. Linhas de campo do Sol;
4. Plasma (vento solar) fluindo pelas linhas de campo do Sol e da Terra;
5. Maior densidade de linhas de campo nos polos;
6. Aurora boreal e austral nos polos e o porquê;

No Quadro 11 são resumidas as respostas obtidas na atividade, de maneira que foram assinalados com um X os pontos que cada aluno considerou e com um N os alunos que não realizaram essa atividade. Para esta atividade também foram consideradas pontos reconhecidos parcialmente, assinalados com a letra P, pois alguns elementos foram representados com algum equívoco pelos alunos:

QUADRO 11 – RESUMO DAS RESPOSTAS DA ATIVIDADE SOBRE A AURORA BOREAL E O CAMPO MAGNÉTICO

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5	A6	B6	A7	B7	A8	B8	A9	B9
1	X	N		X	N	N		P	N	X	N	X	N	P	N		N	P
2	X	N		X	N	N	X	X	N	X	N	X	N	X	N		N	P
3	P	N	P	P	N	N	P	P	N	P	N	P	N	P	N		N	P
4	P	N	P	P	N	N	P	P	N	P	N		N	P	N	P	N	
5	X	N		X	N	N		X	N	P	N	X	N	P	N		N	P
6	X	N	P		N	N	P	P	N	P	N	P	N		N		N	P

FONTE: A autora (2019)

Observou-se que o encontro sobre Aurora Boreal e o Campo Magnético também chamou bastante a atenção dos alunos, que fizeram várias perguntas e demonstraram bastante curiosidade. Durante tais encontros com ambas as turmas percebeu-se que o tema causa fascínio nos alunos.

É importante destacar que os alunos representaram alguns pontos de modo não totalmente correto, mas que, de modo geral, conseguiram mostrar como o fenômeno surge e associar os fatores envolvidos. Assim, acredita-se que os alunos puderam visualizar melhor como surge o fenômeno da aurora boreal, e como os processos físicos associados a ela acontecem, por meio de um desenho simples do fluxo de plasma percorrendo as linhas de campo magnético, conceitos que sem esse tipo de representação são totalmente abstratos.

#### i) Cometa Halley e as Leis de Kepler

A atividade proposta no encontro sobre o Cometa Halley e as Leis de Kepler foi a seguinte:

*Se você fosse um observador astronômico, que tipo de informações coletaria a respeito da passagem de um objeto celeste, a fim de identificá-lo? A posição das*

*estrelas seria útil nas suas observações? Como você poderia mostrar que trata-se de um cometa ou de um asteroide? Represente graficamente as órbitas de cada um.*

Essa atividade foi classificada como Organização do Conhecimento, pois exige que o aluno elabore procedimentos hipotéticos que o ajudariam a identificar a natureza e o comportamento de um fenômeno a partir de observações.

Nesta atividade também esperava-se o uso da representação pictórica como facilitadora do processo de assimilação dos conteúdos estudados, de modo a ultrapassar o abstrato e fornecer uma representação visual das órbitas de cometas e asteroides, e a sua origem no sistema solar.

Esperava-se que os alunos levassem em consideração os seguintes pontos na elaboração de respostas satisfatórias à atividade:

1. Data, horário e localização da passagem do objeto celeste observada no planeta;
2. Reconhecer que a posição das estrelas ajuda na localização;
3. Dados referentes a órbita e ao período do objeto celeste;
4. Relação entre a órbita e a natureza do objeto celeste;
5. Relação entre o período e a natureza do objeto celeste;
6. Composição do objeto celeste;
7. Representação das órbitas elípticas de asteroides e cometas;

No Quadro 12 são resumidas as respostas obtidas na atividade, de maneira que foram assinalados com um X os pontos que cada aluno considerou e com um N os alunos que não realizaram essa atividade.

QUADRO 12 – RESUMO DAS RESPOSTAS DA ATIVIDADE SOBRE COMETA HALLEY E AS LEIS DE KEPLER

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5	A6	B6	A7	B7	A8	B8	A9	B9
1	N		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2	N		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
3	N		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
4	N	X	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
5	N		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
6	N	X	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
7	N	X	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

FONTE: A autora (2019)

O encontro sob o tema Cometa Halley e as Leis de Kepler foi oferecido somente a Turma B, e dentre os alunos dessa turma, somente o(a) aluno(a) B1 realizou a atividade proposta. Como se tratou do penúltimo encontro do projeto, acredita-se que os alunos não realizaram por falta de tempo.

j) Marés e a Gravitação

A atividade proposta no encontro sobre Marés e Gravitação foi a seguinte:

*Por que não percebemos os efeitos de marés em corpos de água menores, como rios e lagos? Você já ouviu falar que a fase da Lua influencia no crescimento dos cabelos ou no nascimento de bebês? Como você acha que surgiram esses pensamentos? Você acha que estão corretos?*

Essa atividade foi classificada como Problemática, pois exige que o aluno reflita não só sobre variáveis físicas associadas ao fenômeno, mas também sobre como surgem mitos que são transmitidos até hoje, mas que não estão de acordo com a teoria.

Esperava-se que os alunos levassem em consideração os seguintes pontos na elaboração de respostas satisfatórias à atividade:

1. Influência de massas pequenas na Lei da Gravitação Universal;
2. Relação entre a massa de água de oceanos, lagos e do líquido presente no útero de mulheres grávidas;
3. Relação entre a falta de conhecimento de leis físicas e os mitos;

No Quadro 12 são resumidas as respostas obtidas na atividade, de maneira que foram assinalados com um X os pontos que cada aluno considerou e com um N os alunos que não realizaram essa atividade.

QUADRO 13 – RESUMO DAS RESPOSTAS DA ATIVIDADE SOBRE MARÉS E GRAVITAÇÃO

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5	A6	B6	A7	B7	A8	B8	A9	B9
1	N	N	N	X	N	N	N	N	N	X	N	X	N	N	N	N	N	N
2	N	N	N		N	N	N	N	N		N		N	N	N	N	N	N
3	N	N	N		N	N	N	N	N		N		N	N	N	N	N	N

FONTE: A autora (2019)

Cabe destacar que esta atividade foi realizada no último encontro da Turma B, então, assim como na atividade anterior, acredita-se que provavelmente os alunos

não se sentiram motivados a realizar a atividade porque não havia tempo hábil para isso.

De qualquer forma, acredita-se que todos os alunos que tiveram acesso as atividades propostas puderam refletir sobre elas e associá-las a situações de seu cotidiano, mesmo que não tenham elaborado as produções escritas solicitadas.

Como já havia sido discutido, motivar os alunos a realizar as atividades e a realizá-las com dedicação foi a tarefa mais difícil do projeto. Em outras aplicações dessas aulas, seja no formato de projeto extracurricular ou de aula regular, considera-se uma revisão dos métodos avaliativos, buscando um melhor aproveitamento dos alunos.

## 6.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO FINAL

O questionário final foi aplicado aos alunos no último encontro da Turma A e da Turma B. Tal questionário possui perguntas simples e diretas, com o objetivo de entender como foi a recepção dos alunos ao projeto. É importante conhecer quais foram as impressões dos alunos, pois elas também indicam se os nossos objetivos foram alcançados.

O questionário é composto por 8 perguntas direcionadas pela escala Sim/Um pouco/Não para as respostas, analisadas no tópico a, e 3 perguntas livres, analisadas no tópico b.

### a) Perguntas direcionadas

As perguntas direcionadas foram relacionadas abaixo. Elas buscam contemplar aspectos gerais do projeto, como tema, recursos, conteúdo, etc. Para cada pergunta havia um espaço para que os alunos assinalassem as respostas Sim/Um pouco/Não.

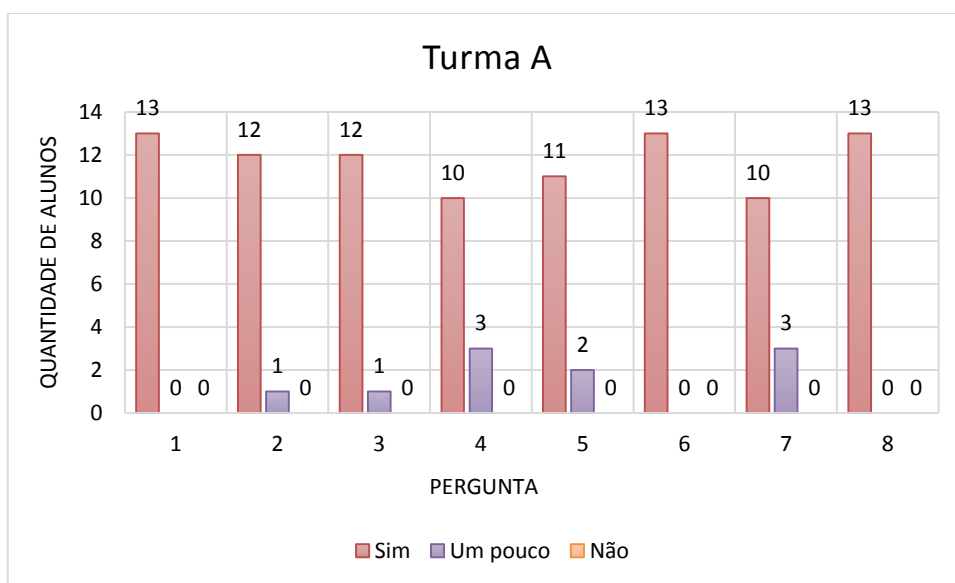
1. Você gostou de estudar física a partir de um tema (neste caso, fenômenos naturais)?
2. Você acha que associar os conceitos de física aos fenômenos naturais ajudou na compreensão deles?
3. De alguma forma, o projeto fez você se interessar um pouco mais por física?
4. Você se sentiu à vontade para fazer perguntas e participar das aulas?
5. Você gosta de aulas por slides?

6. Você acha que a ministrante demonstrou domínio e clareza sobre os conteúdos trabalhados?
7. Você acha que seus conhecimentos de física aumentaram depois do projeto?
8. Você acha importante participar de projetos no contra turno das suas aulas?

O Gráfico 1 resume as respostas da Turma A. Todos os alunos que concluíram o projeto responderam ao questionário, totalizando 13 alunos. Pode-se observar que nenhum dos alunos marcou a resposta “Não” e que as perguntas receberam a resposta “Sim” por:

- 100% dos alunos nas perguntas 1, 6 e 8;
- 92,31% dos alunos nas perguntas 2 e 3;
- 84,61% dos alunos na pergunta 5;
- 76,92% dos alunos nas perguntas 4 e 7;

GRÁFICO 1 – RESPOSTAS DOS ALUNOS DA TURMA A ÀS PERGUNTAS DIRECIONADAS



FONTE: A autora (2019)

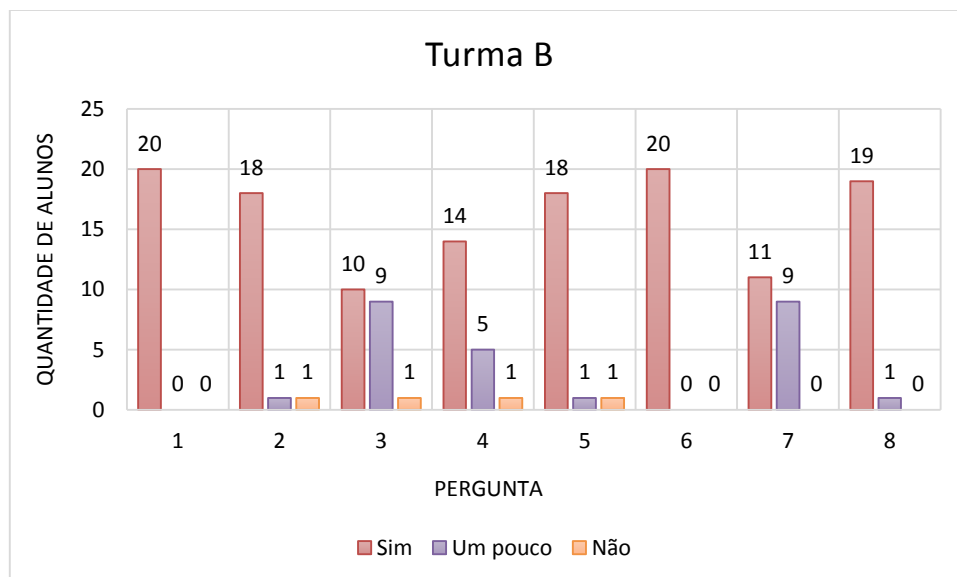
O Gráfico 2 resume as respostas da Turma B. Um(a) dos(as) alunos(as) que concluiu o projeto nessa turma não respondeu ao questionário, de modo que 20 alunos responderam. Pode-se observar que as perguntas receberam a resposta “Sim” por:

- 100% dos alunos nas perguntas 1 e 6;
- 95% dos alunos na pergunta 8;
- 90% dos alunos nas perguntas 2 e 5;



- 70% dos alunos na pergunta 4;
- 55% dos alunos na pergunta 7;
- 50% dos alunos na perguntas 3;

GRÁFICO 2 – RESPOSTAS DOS ALUNOS DA TURMA B ÀS PERGUNTAS DIRECIONADAS

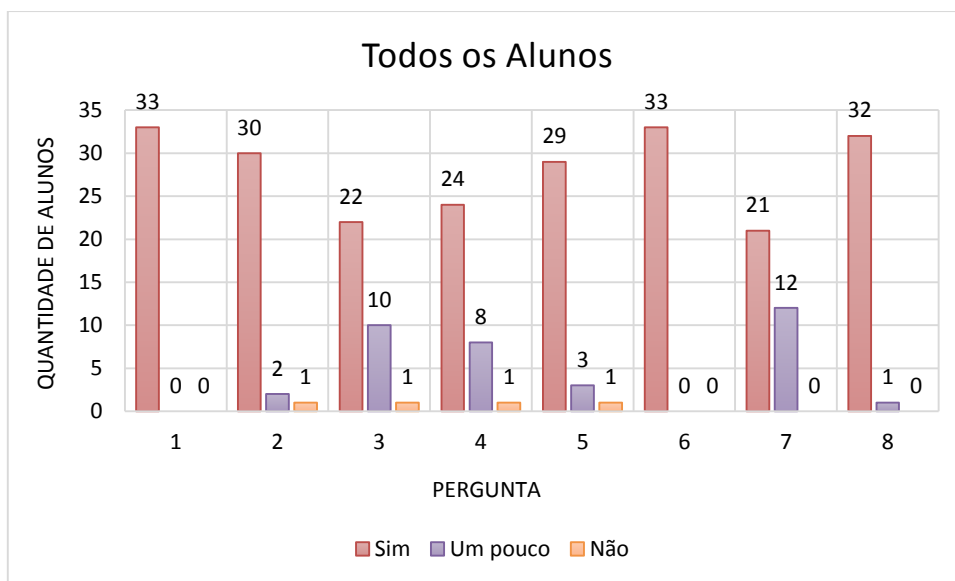


FONTE: A autora (2019)

No Gráfico 3 apresenta-se os dados da Turma A e da Turma B, a fim de se obter um panorama geral das duas turmas, que totalizam 33 questionários respondidos. É possível observar que as perguntas receberam a resposta “Sim” por:

- 100% dos alunos nas perguntas 1 e 6;
- 97,97% dos alunos na pergunta 8;
- 90,99% dos alunos na pergunta 2;
- 87,88% dos alunos na pergunta 5;
- 72,73% dos alunos na pergunta 4;
- 66,67% dos alunos na pergunta 3;
- 63,64% dos alunos na pergunta 7;

GRÁFICO 3 – RESPOSTAS DOS ALUNOS DA TURMA A E DA TURMA B ÀS PERGUNTAS DIRECIONADAS



A partir destes dados pode-se perceber que, de maneira geral, os alunos da Turma A e da Turma B aceitaram bem o projeto e a maneira que ele foi executado. Também nota-se que a maioria deles mostrou interesse pelos temas e pela física em si, o que mostra que é possível e de grande valor desenvolver aulas alternativas à prática tradicional, que dificilmente despertam o interesse dos alunos.

#### b) Perguntas livres

O objetivo das perguntas livres é indicar o que mais despertou interesse, o que agradou ou o que desagradou no projeto, de modo que ele sempre possa ser aprimorado, de acordo com a recepção dos alunos.

As perguntas livres foram relacionadas abaixo. Para cada uma delas havia um espaço com três linhas para que os alunos escrevessem o que desejassem.

9. Qual fenômeno natural mais chamou a sua atenção? Por quê?

10. O que você mais gostou no projeto?

11. O que te desagradou? O que você mudaria?

Foram elaboradas tabelas que resumem o conteúdo das respostas dos alunos da Turma A e da Turma B.

A Tabela 1 apresenta a quantidade de alunos que destacou cada um dos fenômenos como aquele que chamou mais a sua atenção, de acordo com a pergunta

9. Alguns alunos responderam mais de um fenômeno, mas foi considerada na tabela a primeira resposta de cada um.

TABELA 1 – FENÔMENO QUE DESPERTOU MAIS INTERESSE

Fenômeno	Turma A	Turma B
Terremoto	1	4
Vulcão	0	0
Precipitação	0	3
Raio	2	2
Furacão	0	2
Cores do Céu	3	2
Radiação Solar	1	0
Aurora Boreal	6	4
Cometa Halley	0	2
Marés	0	0

FONTE: A autora (2019)

Destaca-se o fenômeno Aurora Boreal, que foi o mais escolhido pelos alunos das duas turmas. Este fenômeno encanta pela beleza e pelo quanto sua explicação se torna simples quando se conhece as variáveis envolvidas ao seu comportamento. A explicação das Cores do Céu também fez muito sucesso com os alunos, já que estava associada a uma das perguntas mais comuns dos seres humanos: “Por que o céu é azul?”, de modo que os alunos estavam sempre fazendo perguntas e comentários sobre o assunto.

Foram selecionadas algumas justificativas que os alunos deram quanto a escolha do fenômeno que mais chamou a atenção:

A2 – *“Arco-íris, pois é um assunto interessante e foi explicado de uma forma fácil e divertida.”*

A4 – *“Auroras e cor do céu pois são coisas muito lindas e descobrir como ocorrem foi bom demais.”*

A10 – *“Gaiola de Faraday, pois achei muito interessante a aula sobre os raios e energia que tenho muita curiosidade”*

B1 – *“Cometa Halley, pelo fato de passar perto do Sol e depois de anos o mesmo passar novamente.”*

B10 – *“Precipitação, porque eu agora aprendi a observar mais as nuvens.”*

B11 – *“Raios e Plasma porque eu achei mais complexo.”*

Tais respostas indicam não somente porque os alunos acharam o fenômeno mais interessante, mas também que fatores despertam o seu interesse (curiosidade, beleza, complexidade, etc.) Acredita-se que considerar esses fatores é determinante na elaboração de uma aula alternativa às práticas tradicionais.

Finalmente, as perguntas 10 e 11 tratam de pontos específicos que agradaram e desagradaram os alunos no decorrer das aulas. A Tabela 2 apresenta a quantidade de alunos que destacou cada um dos pontos que mais agradaram.

TABELA 2 – O QUE MAIS AGRADOU

Ponto	Turma A	Turma B
Explicação, metodologia	7	7
Temas	2	5
Aulas, slides	0	2
Tudo	2	2
Outros	2	3

FONTE: A autora (2019)

Foram selecionadas algumas justificativas que os alunos deram quanto ao aspecto do projeto que mais agradou:

A1 – *“Da professora (ela explica muito bem), do assunto, dos experimentos, do ambiente, do certificado. Tudo.”*

A11 – *“A abordagem de temas simples mas que não conseguimos explicar, como porque o céu é azul.”*

A12 – *“O jeito pelo qual foi ensinado os fenômenos naturais, com atividades no fim de cada aula.”*

B8 – *“O jeito com que a professora explica, gostei da professora estar sempre procurando respostas pra nos ajudar.”*

B12 – *“Dos conteúdos que nos foram apresentados, nos faz compreender que tudo tem física (cálculos em geral).”*

B13 – *“A explicação simples e as aulas não eram cansativas e maçantes.”*

Já a Tabela 3 apresenta a quantidade de alunos que destacou cada um dos pontos que mais desagradaram:

TABELA 3 – O QUE MAIS DASAGRADOU

Ponto	Turma A	Turma B
Nada	11	13
Conversa dos outros alunos	2	3
Calor na sala	0	2
Outros	0	2

FONTE: A autora (2019)

Destacam-se algumas sugestões que os alunos deram quando perguntados sobre o que mudariam no projeto, que é uma complementação da pergunta 11.

A7 – *“Absolutamente nada. Por mim podia durar mais tempo.”*

A 12 – *“Nada me desagradou. Coloraria alguns experimentos para a explicação.”*

B1 – *“Os outros alunos conversando durante as aulas.”*

B8 – *“O pouco tempo de aula, daria umas 5 horas para o projeto.”*

B14 – *“Nada me desagradou, mas eu acho quanto a professora, ela fala muito tudo junto, emendando uma coisa na outra (sem pausa pra respirar) o que dificulta um pouco na hora de entender.”*

Todos os pontos apresentados pelos alunos, positivos e negativos, são considerados relevantes e servem como um termômetro da prática pedagógica e da execução do projeto temático. Esses pontos auxiliam o professor a refinar e aperfeiçoar o seu trabalho, em busca de melhoras no processo de ensino-aprendizagem dos alunos.

Após análise dos resultados obtidos, acredita-se que a abordagem temática é uma estratégia de ensino valiosa, pois permite que se aproveite a curiosidade dos alunos por determinado tema, o que se torna uma motivação a mais para que eles se interessem em estudar os conceitos físicos presentes no currículo do Ensino Médio. Além disso a abordagem temática permite interação com os alunos, facilita a interdisciplinaridade e promove a emancipação científica, que está distante de ser um resultado do ensino tradicional.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, a aplicação do projeto temático Fenômenos Naturais e a Física foi considerada satisfatória, uma vez que cumpriu com seus objetivos gerais de

aproximar a física do cotidiano dos alunos a partir dos fenômenos naturais, fazer associações entre variáveis e conceitos, despertar a sua curiosidade e interesse por física, e utilizar uma abordagem alternativa as práticas tradicionais de ensino. Também cumpriu com seus objetivos específicos, que se referem aos conceitos específicos que foram estudados em cada encontro, a partir da contextualização e aplicação a cada fenômeno.

Com base na análise dos dados das atividades propostas aos alunos, nas quais era esperado que eles destacassem uma série de pontos específicos para cada tema, foi possível observar que alguns pontos foram destacados e outros não. Mas tal fato não indica a falta de sucesso do projeto, considerando que se tratavam de várias aulas, que abordavam diversos assuntos, em um espaço de tempo relativamente curto, onde a memorização não era encorajada. É natural que os alunos precisem de mais tempo, de mais contato com o conteúdo, de revisões, etc. para se apropriarem de determinados conteúdos.

Ainda com relação as atividades propostas, notou-se qual seria a maior dificuldade do projeto: convencer os alunos a realizarem as atividades. A esse respeito, concluiu-se que, para eventuais aplicações futuras do projeto, será necessário pensar em diferentes tipos de atividades, que motivem mais os alunos a desenvolvê-las.

Com base nas observações do decorrer dos encontros, verificou-se que, de maneira geral, todos os fenômenos chamaram a atenção dos alunos, mas que em alguns foi evidente a maior empolgação e curiosidade dos alunos. O encontro sobre raios foi o que mais gerou discussão, dúvidas e comentários, assim como o da aurora boreal foi o que mais causou fascínio nos alunos. Ficou claro que os alunos se interessam a partir de diferentes motivações.

Com base na avaliação das respostas do questionário final pode-se observar que o projeto foi bem aceito e bem visto pelos alunos, sendo que a maioria deles afirmou que gostou de estudar física a partir de um tema e considerou que seus conhecimentos ou interesse por física aumentaram. Tal retorno é muito importante para que o professor tenha uma ideia de quais práticas estão sendo proveitosas com os alunos e quais não estão, e como podem ser realizadas melhorias em sua prática.

É possível concluir ainda que o uso de um projeto temático é totalmente viável na escola, sendo em turmas regulares ou em atividades fora do horário de aula. A

partir da aplicação deste projeto conclui-se que a abordagem temática é uma ferramenta valiosa disponível ao professor que deseja inovar a sua prática.

Não há dúvidas de que a cada dia fica mais difícil chamar a atenção dos alunos, sempre cheios de distrações em seu celular ou computador. Entretanto, com base nos resultados obtidos por este projeto, fica claro que a maior dificuldade não está em fazer um aluno se interessar pelo comportamento de um arco-íris, um fenômeno puramente natural e totalmente explicado pela física, mas sim em fazer esse aluno relacionar a física chata e cheia de cálculos, com o mundo real, com algo que lhe motive a querer saber mais.

Nessa perspectiva, cabe ao professor direcionar suas estratégias para um ensino que promove a emancipação científica e a uma aprendizagem mais significativa, sendo a abordagem temática uma ótima maneira de alcançar tal objetivo.

## REFERÊNCIAS

- ALVES FILHO, José de Pinho; PINHEIRO, Terezinha de Fátima. **Instrumentação para o Ensino de Física**. Florianópolis, UFSC /EAD, 2010. p. 165-177.
- ANDRADE, Andréa Faria; ARSIE, Keilla Cristina; CIONEK, Odete Mariza; RUTES, Vanessa Pedro Bom. **A contribuição do desenho de observação no processo de ensino-aprendizagem**. In: GRAPHICA, 2007, Curitiba. Disponível em: <[http://www.exatas.ufpr.br/portal/docs\\_degraf/artigos\\_graphica/ACONTRIBUICAODODESENHO.pdf](http://www.exatas.ufpr.br/portal/docs_degraf/artigos_graphica/ACONTRIBUICAODODESENHO.pdf)> Acesso em 12 de dezembro de 2019.
- CHEVALLARD, Yves. **La transposition didactique - Du savoir savant au savoir enseigné**. Paris, Grenoble. 1991.
- DELIZOICOV, Demétrio; BRICK, Elizandro. **Didática Geral**. 3 ed. Florianópolis, Editora da UFSC, 2012.
- DELIZOICOV, Demétrio. **Problemas e Problematisações**. In: PIETROCOLA, Maurício. (Org.), Ensino de Física: Conteúdo, epistemologia e metodologia numa abordagem integradora. Florianópolis, Editora da UFSC, 1999.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo, Cortez, 1994.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 5 ed. São Paulo, Cortez, 2018.
- CHIQUITO, Adenilson; SILVA, Reginaldo; VIEIRA, Kleber Betini. **Uma Mini Estação Meteorológica**. Física na Escola, v. 6, n. 2, 2005.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**. 25 ed. São Paulo, Paz e Terra, 1996.
- FREITAS, Graciela de Lima; HALMENSCHLAGER, Karine Raquel. **Abordagem de temas no Ensino de Física: O Corpo Humano como temática contextualizadora**. 2014. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Exatas). Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2014.
- GASPARIN, José Luiz; PENETUCCI, Maria Cristina. **Pedagogia Histórico-Crítica: Da teoria à prática no contexto escolar**. PDE/2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2289-8.pdf>> Acesso em 26 de novembro de 2019.
- IGNACIO, Murilo Grassi; ROSSETTO, João Paulo; FAUST, Rodrigo Gomes; STREY, Sibelly; CUSTÓDIO, José Francisco. **A Física dos Esportes Radicais: Uma**



- experiência de ensino contextualizado.** In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 18., 2009, Vitória, ES. Atas... São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2016.
- LIBÂNEO, José Carlos. **Didática.** 2 ed. São Paulo, Cortez, 2013.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Uma análise crítica do Ensino de Física.** Estudos Avançados, v. 32, n. 96, 2018.
- PIETROCOLA, Maurício. **Construção e Realidade: Modelizando o mundo através da Física.** In: PIETROCOLA, Maurício. (Org.), Ensino de Física: Conteúdo, epistemologia e metodologia numa abordagem integradora. Florianópolis, Editora da UFSC, 1999.
- POZO, Juan Ignacio; GÓMEZ CRESPO, Miguel Ángel. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** 5 ed. Porto Alegre, Artmed, 2009.
- SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações.** 11 ed. Campinas, Autores Associados, 2013.
- VIGOTSKI, Lev Semenovich. **A construção do pensamento e da linguagem.** 2 ed. São Paulo, Martins Fontes, 2009.

## APÊNDICES

### APÊNDICE 1



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**CENTRO DE ESTUDOS DO MAR**  
**LICENCIATURA EM CIÊNCIAS EXATAS – FÍSICA**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa como voluntário(a). Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento (duas páginas), que está em duas vias. Uma delas é sua, e a outra dos pesquisadores. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida, você poderá esclarecê-las com os pesquisadores relacionados abaixo.

#### **INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:**

Título do Projeto: “Projeto Temático – Fenômenos Naturais e a Física: Uma abordagem alternativa para o ensino de Física no Ensino Médio”

Pesquisador Responsável: Dr. Virnei Silva Moreira | Contato (41) 99231-6367 – virneimoreira@gmail.com

Pesquisadora Participante: Caroline Aparecida Fernandes de Oliveira (Licenciatura em Ciências Exatas – Física) | Contato: (41) 99753-5093 – olifercar@gmail.com

#### **Descrição da pesquisa (conforme Res. CNS n.º 196/96)**

Com essa pesquisa, temos como objetivo principal contribuir com o ensino da Física oferecendo uma proposta para os professores da disciplina para que possam aperfeiçoar sua prática docente e assim, levar aos alunos novas formas e métodos para ensinar Física. Todas as etapas da pesquisa acontecerão em dias letivos, durante o contra turno dos alunos, não interferindo nos seus horários de aulas. Os alunos participarão da pesquisa da seguinte forma:

1. Produções escritas, realizadas ao longo dos encontros e que têm como objetivo avaliar se as concepções alternativas dos alunos com relação a natureza física e ocorrência dos fenômenos naturais foram superadas;
2. Participação oral, que objetiva a integração dos alunos com os temas, sem caráter avaliativo;
3. Preenchimento de questionário final, com o objetivo de verificar o grau de apropriação dos conceitos físicos apresentados, que ajudarão os pesquisadores a avaliar se os objetivos da aplicação do projeto temático foram alcançados. Tal atividade não tem caráter classificatório e nem serão atribuídas notas para os alunos.

**IMPORTANTE:** Em nenhum momento serão divulgados os nomes dos participantes e todo o material coletado será utilizado apenas com o propósito da pesquisa. Portanto, nenhuma imagem ou voz será divulgada. Apenas os pesquisadores terão acesso ao material. Como os alunos tem idade inferior a 18 anos, os pais ou responsáveis deverão consentir com a participação do estudante assinando este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Caso haja participantes com idade igual ou superior a 18 anos, ele próprio poderá assinar este termo. Nenhum dos participantes terá gastos financeiros com a pesquisa.

Essa pesquisa não oferece nenhum risco de ordem física aos participantes. Será garantida a liberdade do participante, seja professor, aluno ou seu responsável, de recusar a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem penalização ou prejuízo algum. Após análise, a essência do material constituirá o trabalho de conclusão do curso da pesquisadora Caroline Aparecida Fernandes de Oliveira, que se compromete trazer nesse trabalho contribuições concretas em relação ao ensino e a aprendizagem da Física, tanto no ensino básico, quanto no ensino superior, próximo nível de estudo desses estudantes. O encerramento da pesquisa se dará após análise final do material coletado que será arquivado para possíveis análises futuras.

Caso necessitem de maiores explicações, os pesquisadores estarão à disposição para esclarecer as dúvidas, pelo correio eletrônico ou pessoalmente.

---

Prof. Dr. Virnei Silva Moreira (UFPR)  
Pesquisador Responsável

---

Caroline Aparecida Fernandes de Oliveira  
Pesquisadora Participante

#### **CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO (assinado pelo(a) estudante)**

Eu, \_\_\_\_\_, RG/CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa *Projeto Temático – Fenômenos Naturais e a Física: Uma abordagem alternativa para o ensino de Física no Ensino Médio*. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelas pesquisadoras Virnei Silva Moreira e Caroline Aparecida Fernandes de Oliveira e por meio desse termo sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto me leve a qualquer penalidade ou prejuízo.

Matinhos, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

---

Assinatura

#### **CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO (assinado pelo(a) responsável)**

Eu, \_\_\_\_\_, RG/CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, responsável pelo aluno(a) \_\_\_\_\_, autorizo sua participação na pesquisa *Projeto Temático – Fenômenos Naturais e a Física: Uma abordagem alternativa para o ensino de Física no Ensino Médio*. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) por meio desse termo sobre a pesquisa, sobre os procedimentos nela envolvidos, assim como sobre os possíveis riscos e benefícios decorrentes da sua participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou prejuízo a mim ou ao menor.

Matinhos, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

---

Assinatura



# PROJETO TEMÁTICO FENÔMENOS NATURAIS E A FÍSICA

UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

**Licencianda:**

Caroline Aparecida Fernandes de Oliveira

**Orientadores:**

Professora Doutora Gabriela Kaiana Ferreira

Professor Doutor Vinnei Silva Moreira

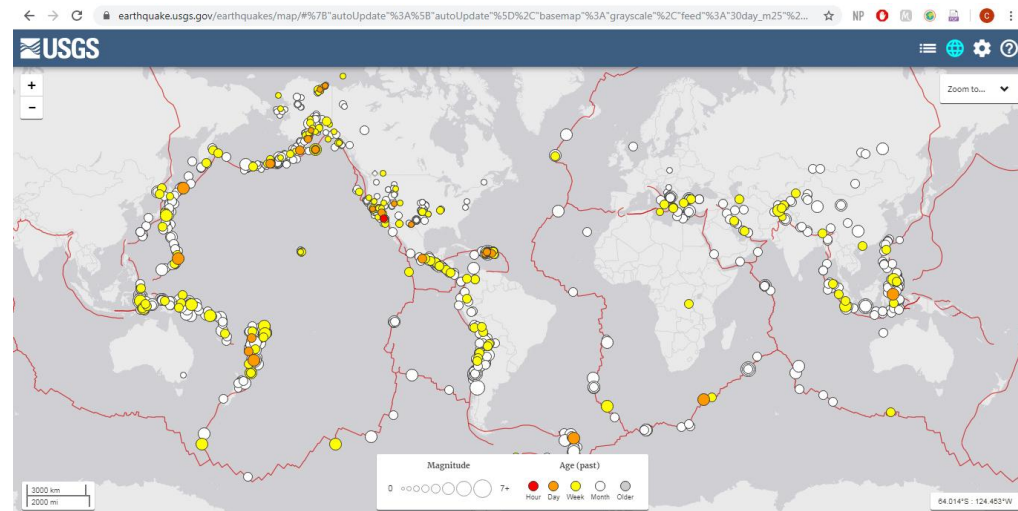


## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



## TERREMOTOS E AS ONDAS MECÂNICAS

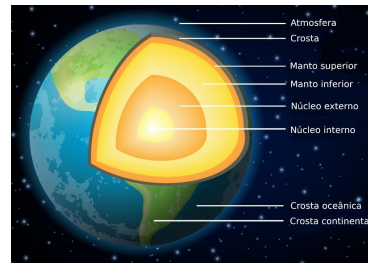
Falha de Santo André - Estados Unidos



Terremotos que aconteceram nos últimos 30 dias, com magnitude maior que 2,5 na Escala Richter – 14 de outubro

## O que são Placas Tectônicas?

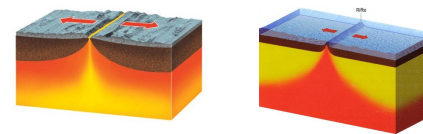
- São blocos que compõem a crosta terrestre;
- Estes blocos estão em constante movimento por causa da atividade do magma no manto superior;
- Tais movimentos causam intensa atividade geológica, resultando em terremotos, tsunamis e vulcões;
- 12 placas principais;
- As placas podem se afastar (movimentos de **divergência**), se aproximar (movimentos de **convergência**), ou se mover horizontalmente (movimentos **conservativos**);



## Movimentos das Placas Tectônicas

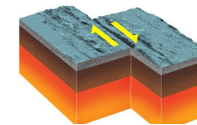
### DIVERGÊNCIA

- Ocorre o afastamento das placas;



### CONSERVATIVO

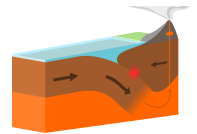
- Ocorre movimento horizontal das placas;



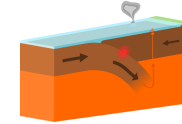
### CONVERGÊNCIA

- Ocorre a aproximação das placas;

A placa mais densa entra embaixo da placa menos densa



Placa oceânica - placa continental

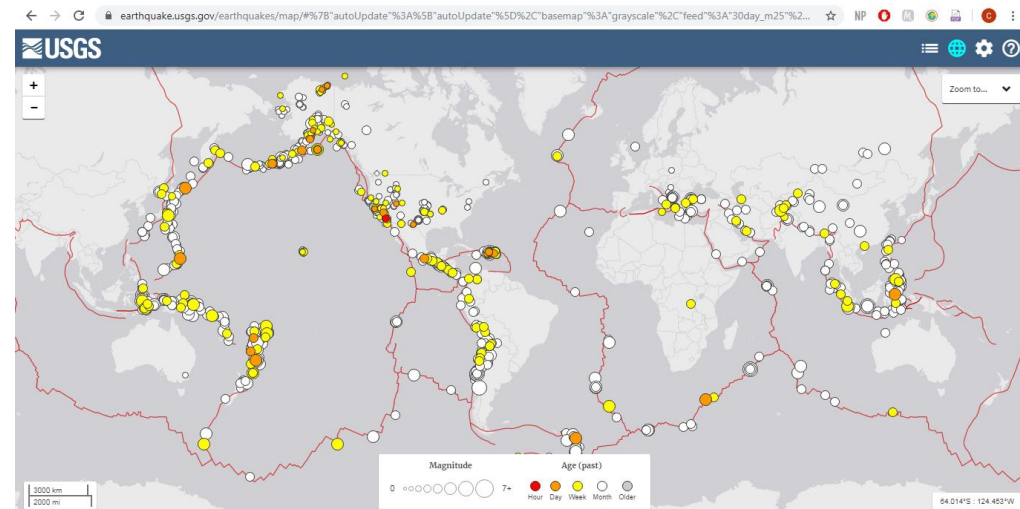
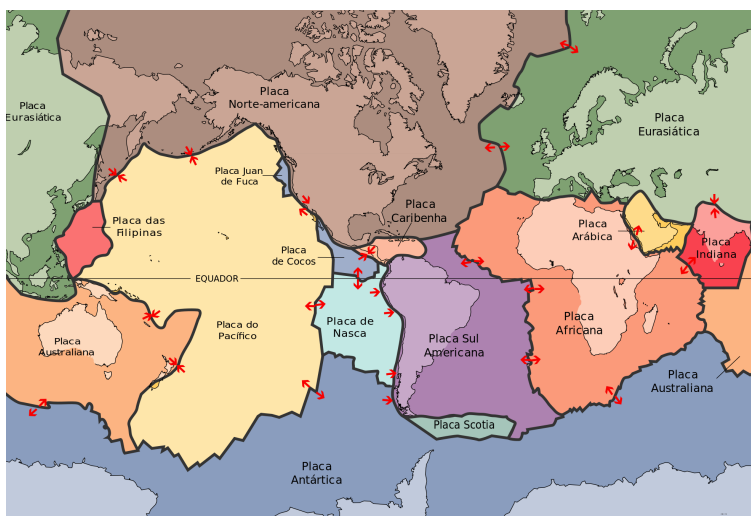


Placa oceânica - placa oceânica



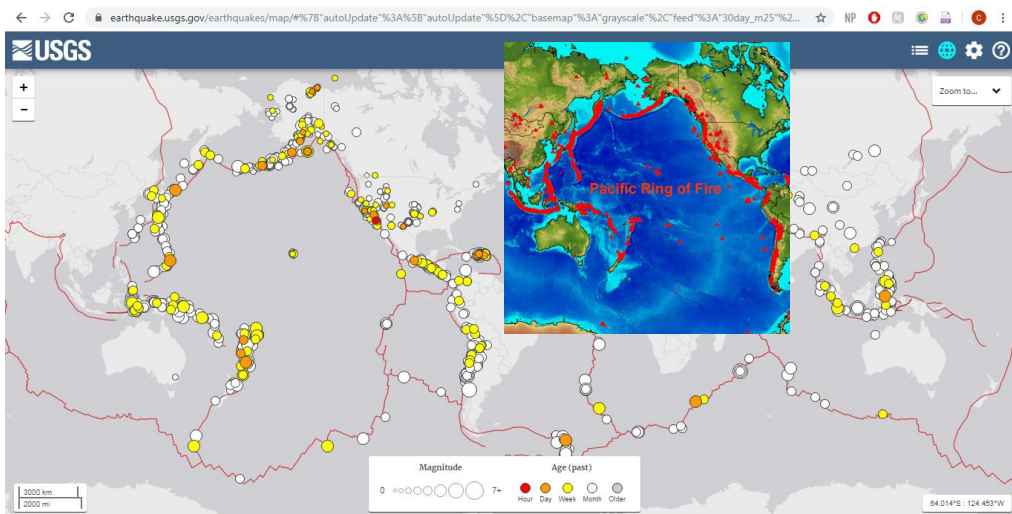
Placa continental - placa continental

## Representação das Placas Tectônicas

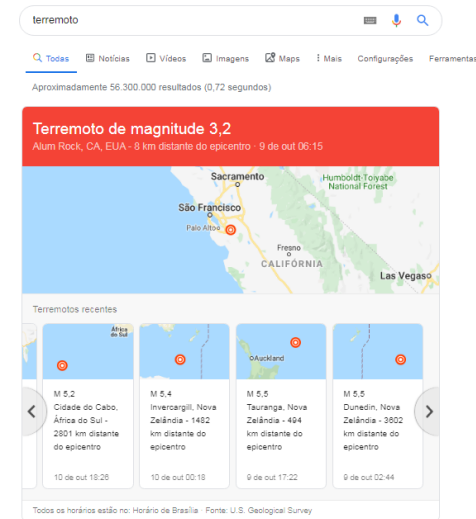


Terremotos que aconteceram nos últimos 30 dias, com magnitude maior que 2,5 na Escala Richter – 14 de outubro

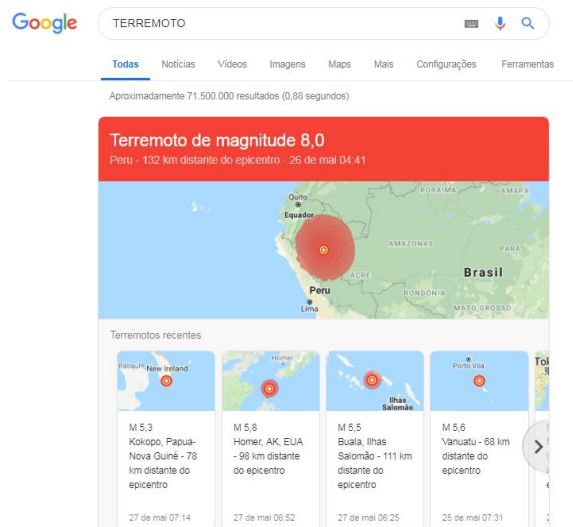




Terremotos que aconteceram nos últimos 30 dias, com magnitude maior que 2,5 na Escala Richter – 14 de outubro



Busca da palavra Terremoto – 14 de outubro

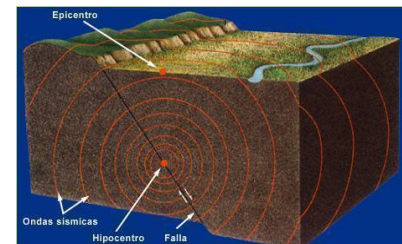


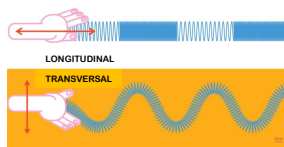
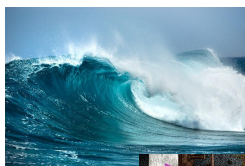
Busca da palavra Terremoto – 27 de maio

## O que são Terremotos?

- São abalos causados pelos movimentos das placas tectônicas, causando tremores;
- O movimento lento das placas vai armazenando energia; Quando duas placas tectônicas se chocam, muita energia é liberada
- São chamados também de **abalos sísmicos**, pois o choque entre as placas produz ondas sísmicas;
- A origem das ondas sísmicas é chamada de **hipocentro**;
- O ponto na superfície de maior intensidade do terremoto é chamado de **epicentro**;

★ [https://www.youtube.com/watch?v=PldlFA0YW\\_U](https://www.youtube.com/watch?v=PldlFA0YW_U) ★





## O que são Ondas?

- Ondas correspondem a propagação de pulsos ou perturbações pelo espaço, capazes de transportar energia;
- Podem ser de natureza mecânica ou eletromagnética;
- Podem se propagar de maneira unidimensional, bidimensional ou tridimensional;
- Podem ser do tipo transversal ou longitudinal;
- Possuem as seguintes propriedades: Comprimento de onda, amplitude, período, velocidade e frequência;

## Propriedades das ondas

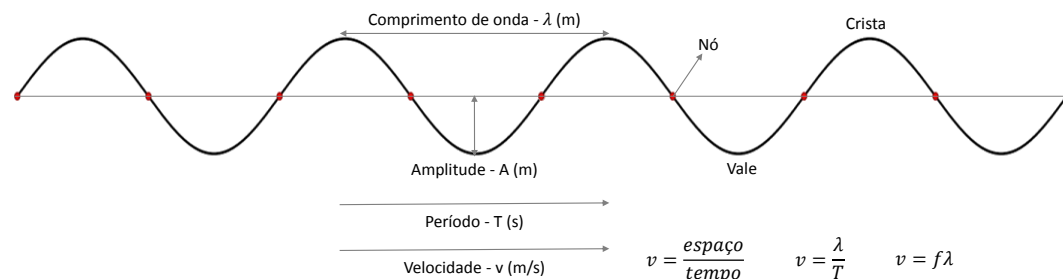
**Comprimento de Onda** -  $\lambda$  (m): Comprimento que a onda percorre em uma oscilação completa;

**Amplitude** -  $A$  (m): Altura do nó até a crista ou até o vale;

**Período** -  $T$  (s): Quantidade de tempo que a onda demora para percorrer uma oscilação completa;

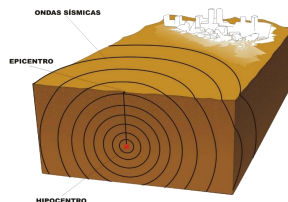
**Velocidade** -  $v$  (m/s): Razão entre o comprimento de onda e o período. Depende de características do meio;

**Frequência** -  $f$  (Hz): Quantidade de oscilações completas que ocorrem em um certo período de tempo;



## O que são Ondas Sísmicas?

- São ondas de origem mecânica que se propagam devido a liberação de energia no foco sísmico;
- São ondas tridimensionais, se propagam radialmente a partir do hipocentro;
- Apresentam percurso deformado, de acordo com a densidade e a rigidez dos materiais que atravessam no interior da Terra;
- Existem dois tipos de ondas sísmicas: ondas **de corpo** e ondas **de superfície**;



## Tipos de Ondas Sísmicas

### ONDAS DE CORPO

- Propagam-se a partir do hipocentro;
- As ondas sísmicas volúmicas se dividem em dois tipos:
  - Ondas P:** Ondas primárias que ocorrem imediatamente após o sismo. São ondas mais rápidas e são do tipo compressiva (longitudinal);
  - Ondas S:** Ondas secundárias que ocorrem após as ondas P. São ondas mais lentas, porém mais rápidas que as ondas P. São do tipo cisalhamento (transversal), que deslocam o material que atravessam;

### ONDAS DE SUPERFÍCIE

- Ocorrem após a chegada das ondas de corpo a superfície;
- Propagam-se a partir do epicentro;
- As ondas sísmicas superficiais se dividem em dois tipos:
  - Ondas R:** Combinação das ondas P e S (tanto longitudinal quanto transversal), se propagam como as ondas do mar, verticalmente e mais lentamente do que as ondas de corpo;
  - Ondas L:** São ondas do tipo cisalhamento (transversal), se propagam horizontalmente e mais lentamente. Apesar de mais lentas, são as mais destrutivas;

## Velocidade das ondas sísmicas

$$V_p = \sqrt{\left(\frac{K + 4\mu/3}{\delta}\right)} \text{ e } V_s = \sqrt{\left(\frac{\mu}{\delta}\right)}$$

onde:

$V_p$  → Velocidade das Ondas P

$V_s$  → Velocidade das Ondas S

$K$  → módulo de **incompressibilidade**

$\mu$  → **rigidez** do material a ser atravessado (para materiais líquidos,  $\mu=0$ )

$\delta$  → **densidade** do material a ser atravessado

## O que é a Escala Richter?

- É uma escala logarítmica de base 10 usada para quantificar a magnitude de um abalo sísmico;
- Um terremoto pode ter no máximo a magnitude 10 na escala Richter;
- Tal magnitude é calculada com base nos dados registrados no sismograma;

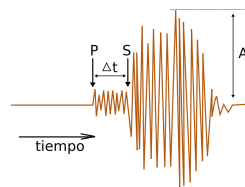
$$M = \log_{10} A + 3 \log_{10}(8\Delta t) - 2.92 = \log_{10} \left( \frac{A \cdot \Delta t^3}{1.62} \right)$$

onde:

M = Magnitude do abalo sísmico

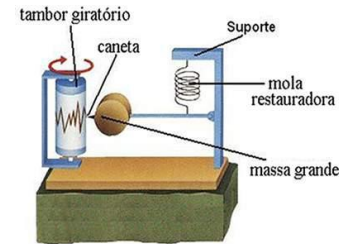
A = Amplitude das ondas sísmicas

$\Delta t$  = Tempo desde a primeira onda P até a chegada das ondas S secundárias



## O que é um Sismógrafo?

- As ondas sísmicas produzidas nos terremotos são medidas por aparelhos chamados de sismógrafos;
- O princípio de funcionamento é a inércia;
- Quando a massa associada a mola sofre uma vibração, a caneta registra a magnitude no sismograma;
- Esta magnitude é medida de acordo com a **escala Richter**;



## Maiores terremotos registrados

LOCALIDADE	ANO	MAGNITUDE
Chile	1960	9,5
Alasca	1964	9,2
Indonésia	2004	9,1
Nepal	2015	9,1
Japão	2011	9,0
Rússia	1952	9,0



## Terremotos no Brasil

- O Brasil está localizado no centro da placa Sul-Americana;
- Como não passa por nenhum limite de placas, não são registrados grandes terremotos;
- Porém, pequenos terremotos podem ocorrer, em locais de desgaste das placas;
- O maior terremoto já registrado no Brasil ocorreu no Mato Grosso em 1955, com magnitude de 6,6 na escala Richter;
- Terremotos de magnitude maior que 7,0 já foram sentido na região norte do país, com epicentros no Peru e Colômbia;

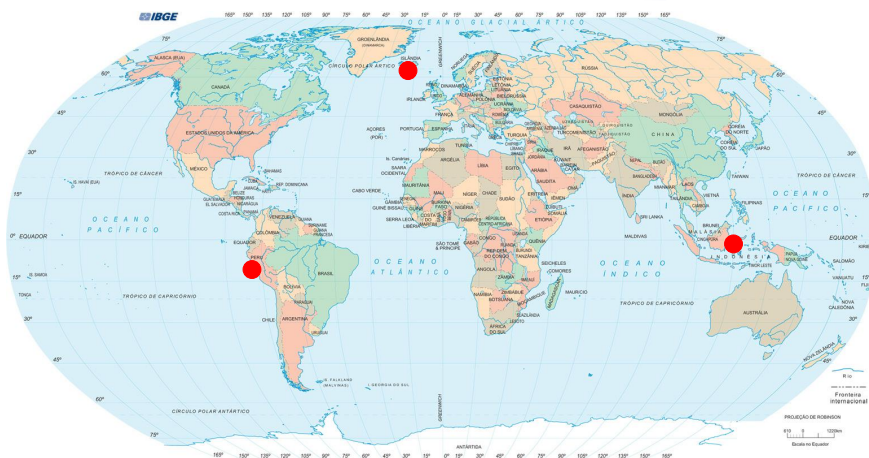


## Ações antrópicas

- Terremotos também podem ser causados por ações antrópicas, como: explosões, ruptura de barragens, mineração, extração de petróleo, etc;
- Os terremotos causados pelo movimento das placas tectônicas são mais intensos;



## Atividade proposta



Suponha que ocorreram sismos nestas 3 localidades: Peru, Islândia e Indonésia. Em qual delas acontecerá um terremoto mais devastador? Em qual localidade haverá mais danos? Que tipo de informações você precisa para responder a essas perguntas?

## Referências

USGS. **Latest Earthquakes**. Disponível em: <<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/>> Acesso em 29 de maio de 2019.

Brasil Escola. **Placas Tectônicas**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/tectonica-placas.htm>> Acesso em 29 de maio de 2019.

USGS. **Terremoto**. Disponível em: <[https://www.google.com/search?ei=crcTXc2KNbIA5OUPpOG0oAM&q=terremoto&og=terremoto&gs\\_l=psyab.3..017118.0.0..15704...0.0.0.0.....0.....gws wiz.7Zad9ZGUMcM](https://www.google.com/search?ei=crcTXc2KNbIA5OUPpOG0oAM&q=terremoto&og=terremoto&gs_l=psyab.3..017118.0.0..15704...0.0.0.0.....0.....gws wiz.7Zad9ZGUMcM)> Acesso em 27 de maio de 2019.

Wikipedia. **Sismo**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Sismo>> Acesso em 27 de maio de 2019.

Só Física. **Ondas**. Disponível em: <<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatória/Ondas/classificacao.php>> Acesso em 1 de junho de 2019.

Wikipedia. **Onda sísmica**. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Onda\\_s%C3%AAdsmica](https://pt.wikipedia.org/wiki/Onda_s%C3%AAdsmica)> Acesso em 1 de junho de 2019.

Dia a dia educação – Geografia. **Sismógrafo**. Disponível em: <<http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=273>> Acesso em 1 de junho de 2019.

Brasil Escola. **Escala Richter**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/escala-richter.htm>> Acesso em 1 de junho de 2019.

BBC News Brasil. **Conheça os cinco terremotos mais fortes do mundo**. Disponível em: <[https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/04/140402\\_cinco\\_maiores\\_terremotos\\_lgb](https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/04/140402_cinco_maiores_terremotos_lgb)> Acesso em 1 de junho de 2019.

## APÊNDICE 3



# PROJETO TEMÁTICO FENÔMENOS NATURAIS E A FÍSICA

UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

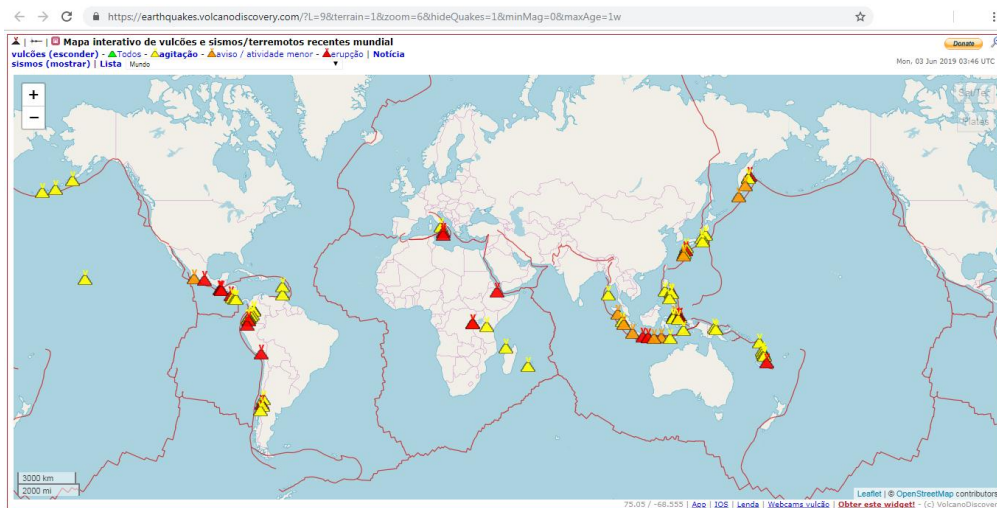
### Licencianda:

Caroline Aparecida Fernandes de Oliveira

### Orientadores:

Professora Doutora Gabriela Kaiana Ferreira

Professor Doutor Vinnei Silva Moreira



Vulcões que apresentaram pelo menos um sinal de agitação na última semana – 2 de junho

★ <https://volcano.si.edu/axismaps.io/> ★

Google

vulcão

Todas Imagens Notícias Vídeos Maps Mais Configurações Ferramentas

Aproximadamente 5.100.000 resultados (0,05 segundos)

Principais notícias

Inferno abre portas; vulcão italiano Etna volta a entrar em erupção (FOTOS...)

Sputnik Brasil

1 dia atrás

Vulcão entra em erupção em Bali, na Indonésia, pela segunda vez em uma...

G1 - Globo

2 dias atrás

Erupção do Monte Etna ilumina céu da Itália

R7

2 dias atrás

→ Mais sobre vulcão

Vídeos

Bom Dia Brasil | Vulcão Etna entra em erupção na Itália

Globoplay - 3 dias atrás

MAIOR VULCÃO ATIVO EUROPEU SE DESPERTA

Vulcão Etna volta a entrar em erupção

Sputnik Brasil

YouTube - 3 dias atrás

Vulcão Etna entra em erupção na Itália

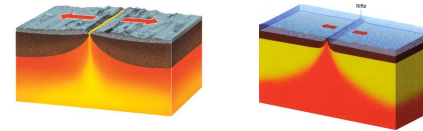
MSN - 3 dias atrás



## Movimentos das Placas Tectônicas

### DIVERGÊNCIA

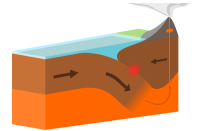
- Ocorre o afastamento das placas;



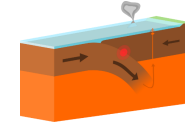
### CONVERGÊNCIA

- Ocorre a aproximação das placas;

A placa mais densa entra embaixo da placa menos densa



Placa oceânica - placa continental



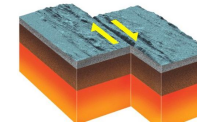
Placa oceânica - placa oceânica



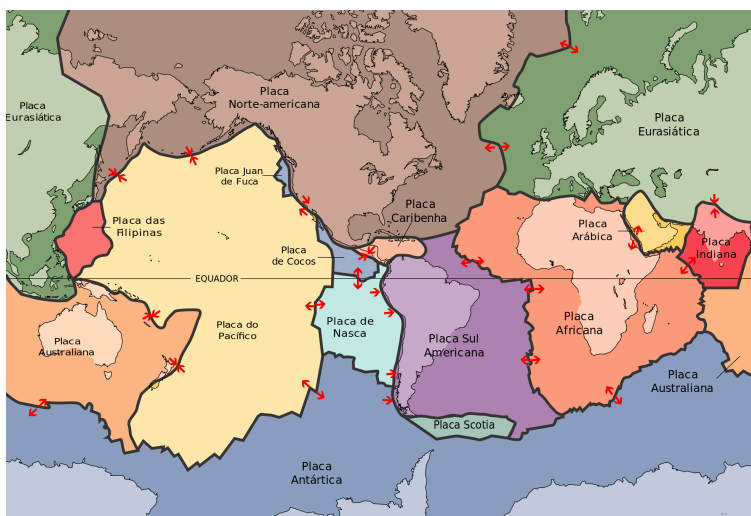
Placa continental - placa continental

### CONSERVATIVO

- Ocorre movimento horizontal das placas;



## Representação das Placas Tectônicas



## O que são Vulcões?

- São estruturas geológicas tipicamente cônicas, que podem expelir lava e gases de dentro da Terra;
- São causadores de poluição natural;
- Atividades vulcânicas acontecem geralmente nos limites das placas tectônicas, mas também em hotspots;
- Hotspots são regiões onde emergem correntes verticais de lava, que são capazes de dar origem a ilhas vulcânicas, como o Hawaii;
- Assim como os terremotos, podem dar origem a Tsunamis;
- O magma pode ser expelido do vulcão por diferentes saídas;

★ <https://www.youtube.com/watch?v=Wx9vPv-T51I> ★





## Magma

- O magma passa a ser chamado de lava depois de ser expelido pelo vulcão;
- O magma está abrigado no interior da Terra, sendo composto de rochas em ponto de fusão;
- O magma está submetido a altas pressões e temperatura na astenosfera;
- O resfriamento do magma dá origem as rochas vulcânicas, como o basalto;
- Vulcões com lava mais viscosa são mais explosivos;

★ <https://www.youtube.com/watch?v=reNz6CIKE00> ★

## O que é Viscosidade?

- Corresponde a propriedade física de resistência de um fluido ao escoamento;
- Fluidos ideais não possuem viscosidade;
- Fluidos newtonianos são aqueles que não apresentam mudanças na viscosidade devido a aplicação de tensões;
- Água, refrigerante, leite, chá, café, álcool, gasolina, etc. são considerados fluidos newtonianos;
- Pasta de dente, maionese, amido de milho em água, lava, etc. são fluidos não newtonianos;
- Quando maior for a viscosidade do fluido, menor será a velocidade com que o fluido se movimenta;

★ <https://www.youtube.com/watch?v=reNz6CIKE00> ★



## Medição da Viscosidade

- Utilizando a Lei de Stokes, podemos calcular o coeficiente de viscosidade de um fluido em que se desloca uma esfera abandonada em queda livre:

$$\mu = 2gr^2 \frac{\rho_{\text{esfera}} - \rho_{\text{fluido}}}{9v_{\text{terminal}}}$$

onde:

$\mu$  = coeficiente de viscosidade do fluido (Ns/m<sup>2</sup>)

$g$  = aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)

$r$  = raio do corpo (m)

$\rho_{\text{esfera}}$  = densidade da esfera (kg/m<sup>3</sup>)

$\rho_{\text{fluido}}$  = densidade do fluido (kg/m<sup>3</sup>)

$v_{\text{terminal}}$  = velocidade que a esfera atinge se deslocando no fluido (m/s)



## TIPOS DE ONDAS SÍSMICAS

Ondas de corpo

Ondas de superfície

**Ondas P**

Podem atravessar sólidos e fluidos

**Ondas S**

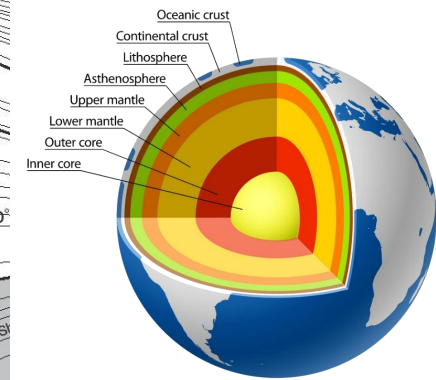
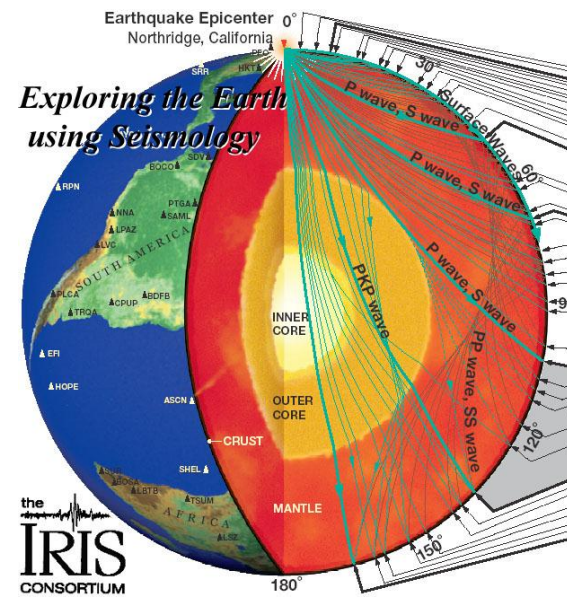
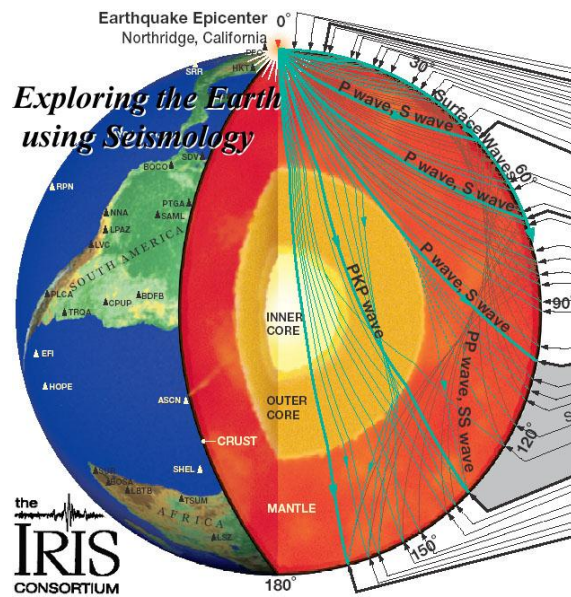
Podem atravessar somente sólidos

**Ondas L**

Podem atravessar somente sólidos

**Ondas R**

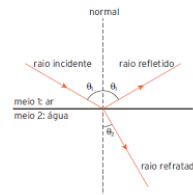
Podem atravessar sólidos e fluidos



A camada mais interior do planeta é sólida e de metal

## Reflexão e Refração em Ondas

- São fenômenos que ocorrem quando uma onda incide em superfícies que dividem diferentes meios de propagação, com propriedades distintas;
- A **reflexão** acontece quando parte da onda incidente atinge um meio diferente do que estava e volta a se propagar no meio de origem;
- A **refração** ocorre quando parte da onda incidente a um meio diferente do de origem é refratada devido a variação da sua velocidade  $v$  e do seu comprimento de onda  $\lambda$ , de acordo com o meio de propagação  $n$ ;
- O índice de refração é diferente para diferentes meios, de acordo com a sua composição;
- Por exemplo, para a água, o índice de refração corresponde a 1,33, e para o vidro corresponde a 1,50

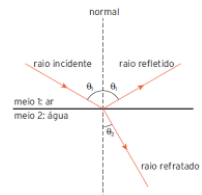


$$\theta_1 = \theta_1$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

## Reflexão e Refração em Ondas

- São fenômenos que ocorrem quando uma onda incide em superfícies que dividem diferentes meios de propagação, com propriedades distintas;
- A **reflexão** acontece quando parte da onda incidente atinge um meio diferente do que estava e volta a se propagar no meio de origem;
- A **refração** ocorre quando parte da onda incidente a um meio diferente do de origem é refratada devido a variação da sua velocidade  $v$  e do seu comprimento de onda  $\lambda$ , de acordo com o meio de propagação  $n$ ;
- O índice de refração é diferente para diferentes meios, de acordo com a sua composição;
- Por exemplo, para a água, o índice de refração corresponde a 1,33, e para o vidro corresponde a 1,50



$$\theta_1 = \theta_1$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

## Atividade proposta

Supondo que a lava de um vulcão possa ser simulado utilizando detergente de cozinha, quais procedimentos você utilizaria para calcular a viscosidade da lava? O que valores de viscosidade indicam a respeito da velocidade da lava, de sua composição e de seu poder de destruição?



## Referências

- Brasil Escola. **Placas Tectônicas**. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/tectonica-placas.htm>> Acesso em 29 de maio de 2019.
- Smithsonian Institution National Museum of Natural History - Global Volcanism Program. **Eruptions, Earthquakes & Emissions**. Disponível em: <<https://volcano.si.edu/axismaps.io/>> Acesso em 2 de junho de 2019.
- National Geographic. **Strange waves rippled around Earth. Now we may know why**. Disponível em: <<https://www.nationalgeographic.com/science/2019/05/strange-waves-rippled-around-earth-may-know-why/>> Acesso em 2 de junho de 2019.
- E-física USP. **A reflexão e a refração da luz**. Disponível em: <<http://efisica.if.usp.br/optica/basico/reflexao/intro/>> Acesso em 2 de junho de 2019.
- Brasil Escola. **Lei de Snell-Descartes**. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/lei-snell-descartes.htm>> Acesso em 2 de junho de 2019.
- RIBEIRO, Fernando Brenha; MOLINA, Eder Cassola. **Ambiente na Terra – Ondas sísmicas e o interior da Terra**. Disponível em: <[file:///C:/Users/CAROLINE/Downloads/Geofisica\\_top04.pdf](file:///C:/Users/CAROLINE/Downloads/Geofisica_top04.pdf)> Acesso em: 2 de junho de 2019.
- Wikipedia. **Vulcão**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Vulc%C3%A3o>> Acesso em 2 de junho de 2019.
- Alta Montanha. **O que é o Magma?** Disponível em: <<http://altamontanha.com/o-que-e-o-magma/>> Acesso em 3 de junho de 2019.
- Wikipedia. **Viscosidade**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Viscosidade>> Acesso em 3 de junho de 2019.
- Wikipedia. **Lei de Stokes**. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Lei\\_de\\_Stokes](https://pt.wikipedia.org/wiki/Lei_de_Stokes)> Acesso em 3 de junho de 2019.





# PROJETO TEMÁTICO FENÔMENOS NATURAIS E A FÍSICA

UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

**Licencianda:**

Caroline Aparecida Fernandes de Oliveira

**Orientadores:**

Professora Doutora Gabriela Kaiana Ferreira

Professor Doutor Virnei Silva Moreira



## Mudanças de Estado Físico

- O estado físico da matéria é determinado pela relação entre a energia cinética e a energia de interação entre as partículas;
- Ao aquecer uma substância, estamos fornecendo energia cinética a ela;
- A temperatura corresponde ao grau de agitação das partículas na substância. Quanto maior for a temperatura, maior será a agitação;
- Quanto maior for a temperatura, mais energia cinética;
- Dependendo da energia que “vencer a disputa”, teremos sólidos, líquidos ou gases;

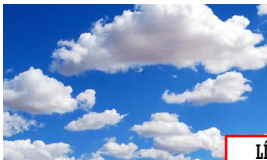
Todo corpo com temperatura maior que o Zero Absoluto (0 K) apresenta movimento de partículas.

Energia cinética < Energia de interação



SÓLIDO

Energia cinética ~ Energia de interação



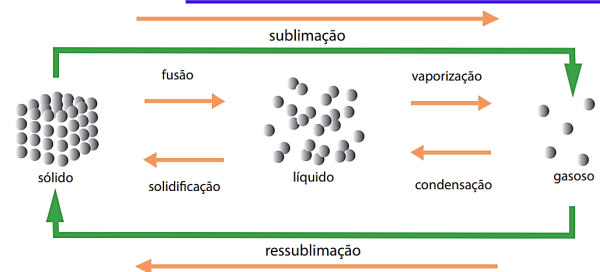
LÍQUIDO

Energia cinética > Energia de interação

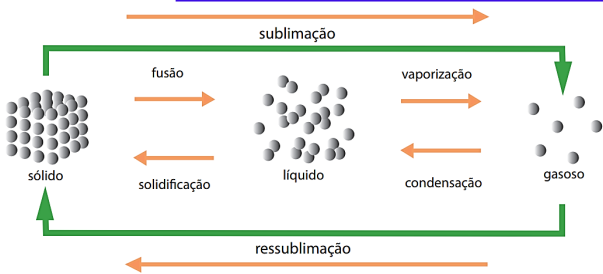


GÁS

## Mudanças de Estado Físico



## Mudanças de Estado Físico



Mudança	Exemplo
Fusão	Derretimento do granizo
Vaporização	Evaporação de poças de água
Condensação	Formação de nuvem
Solidificação	Formação de granizo
Sublimação	Naftalina
Ressublimação	Formação de neve e geada

## Pontos de Fusão e Ebulição



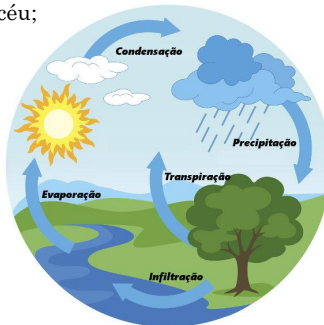
- Diferentes materiais/substâncias necessitam de mais ou menos energia cinética para que a energia de interação seja vencida;
- Uma cubo de ferro precisa de muito mais calor para derreter do que um cubo de gelo;
- Cada material possui pontos (ou temperaturas) de fusão e de ebulição específicos, de acordo com a sua composição;
- Somente atingindo tais temperaturas ocorrerá a mudança de estado físico;
- Para substâncias puras, esses valores são tabelados, para pressão à nível do mar;

Em Curitiba a água ferve a 97 °C!

Substância	P. F. °C	P. E. °C
Acetona	-94	56,5
Água	0	100
Alumínio	660	2520
Chumbo	328	1749
Cobre	1083	2336
Etanol	-117	78
Ferro	1535	2861
Hélio	-272	-269
Oxigênio	-219	-183
Mercúrio	-39	357
Prata	960	2100
Sódio	98	880

## Ciclo da água

- O ciclo da água garante a circulação constante da água entre a superfície e a atmosfera do planeta;
- Neste processo ocorrem mudanças no estado físico da água;
- A precipitação corresponde as diferentes maneiras com que a água pode cair do céu;



A umidade relativa do ar indica a quantidade de vapor de água presente no ar. É representada por valores de 0 à 100%, onde 100% indica que o valor máximo de vapor que o ar suporta até que comece a condensar, de acordo com a temperatura e a pressão do meio.

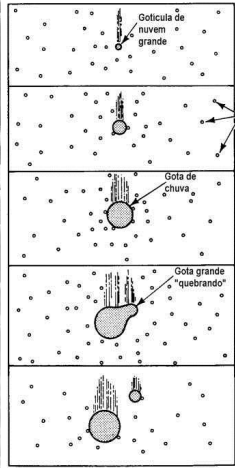
## Chuva



- As partículas de água que evaporam da superfície encontram baixas temperaturas a medida que vão subindo na atmosfera;
- Devido a diminuição da temperatura ocorre a condensação;
- As gotículas de água precisam de um núcleo de condensação para se formar, que podem ser partículas de poeira suspensas;
- As gotículas vão crescendo através de processos de colisão e coalescência;
- Quando atingem um determinado tamanho, começam a precipitar;
- O **pluviômetro** é o instrumento utilizado para se realizar medições de quantidade de chuva em determinado período de tempo;



## Chuva



- As partículas de água que evaporam da superfície encontram baixas temperaturas a medida que vão subindo na atmosfera;
- Devido a diminuição da temperatura ocorre a condensação;
- As gotículas de água precisam de um núcleo de condensação para se formar, que podem ser partículas de poeira suspensas;
- As gotículas vão crescendo através de processos de colisão e coalescência;
- Quando atingem um determinado tamanho, começam a precipitar;
- O **pluviômetro** é o instrumento utilizado para se realizar medições de quantidade de chuva em determinado período de tempo;



## Chuva

- As partículas de água que evaporam da superfície encontram baixas temperaturas a medida que vão subindo na atmosfera;
- Devido a diminuição da temperatura ocorre a condensação;
- As gotículas de água precisam de um núcleo de condensação para se formar, que podem ser partículas de poeira suspensas;
- As gotículas vão crescendo através de processos de colisão e coalescência;
- Quando atingem um determinado tamanho, começam a precipitar;
- O **pluviômetro** é o instrumento utilizado para se realizar medições de quantidade de chuva em determinado período de tempo;

## Granizo

- É formado em nuvens do tipo *cumulunimbus*, que são caracterizadas por apresentarem grande desenvolvimento vertical;
- Nuvens do tipo *cumulunimbus* precisam de calor e alta umidade para se desenvolverem;
- No topo dessas nuvens a temperatura fica abaixo de 0 °C, então acontece a solidificação das partículas de nuvem;
- Os pedaços de gelo crescem também pelos processos de colisão e coalescência;
- A maior parte do granizo derrete ainda dentro da nuvem, mas pode ocorrer a precipitação desses pedaços de gelo nas chuvas de granizo;



★ <https://www.youtube.com/watch?v=hq5LLe-kJ8> ★

## Neve

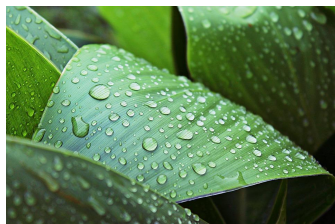
- É formada a partir da ressublimação do vapor de água nas nuvens;
- O vapor de água passa direto para o estado sólido;
- Para que a neve se forme é preciso que as temperaturas próxima ao solo e nas nuvens estejam abaixo de 0 °C;
- Além disso, é preciso que haja umidade suficiente;
- Os flocos de neve possuem formato aproximadamente hexagonal, devido ao processo de crescimento do floco ainda na nuvem;

★ <https://www.youtube.com/watch?v=Zj5UKUWwWeQ> ★



## Geadas

- Assim como a neve, a geada é formada a partir da ressublimação do vapor de água;
- A diferença é que essa ressublimação ocorre próximo a superfície e não nas nuvens;
- Em dias muito frios, a umidade presente no ar em forma de vapor congela antes de passar para o estado líquido;
- Esse vapor congelado se deposita nas superfícies dos objetos;
- O orvalho é semelhante a geada, mas em vez da ressublimação ocorre a condensação, e as gotículas de água se depositam nos objetos;



## Atividade proposta

Represente graficamente a chuva, o granizo, a neve, a geada, o orvalho, o nevoeiro, e indique todos os processos de mudança de estado físico que ocorrem na formação desses fenômenos, justificando cada um deles. Indique também a temperatura em que se formam, a região onde se formam (maior altitude ou menor altitude), e utilize a escala de cores abaixo para indicar a umidade mínima necessária para que o fenômeno possa ocorrer.

Umidade do ar entre:



0% - 30%



30% - 60%



60% - 100%

## Nevoeiro

- Assim como o orvalho, o nevoeiro é formado pela condensação da umidade do ar próxima da superfície;
- Acontece geralmente em dias muito quentes e úmidos (pelo menos 90% de umidade do ar) em que há queda brusca na temperatura;
- Se diferencia do orvalho pois é mais denso, trata-se de uma nuvem com a base próxima ao solo;
- Nevoeiros fortes podem reduzir a visibilidade em até 12 m;



## Referências

Programa É tempo de Química. **Mudanças de Estado Físico**. Disponível em: <<http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/video/e%20tempo%20de%20quimica/propriedadesTermicasMecanicas/mudancas/guiaDidatico.pdf>> Acesso em 3 de junho de 2019.

E-disciplinas USP. **Estados da Matéria e as Transições de Fase**. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1919247/mod\\_resource/content/5/T3\\_Capitulo8\\_v1.2.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1919247/mod_resource/content/5/T3_Capitulo8_v1.2.pdf)> Acesso em 3 de junho de 2019.

Toda Matéria. **Ponto de Fusão e Ebulição**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/ponto-de-fusao-e-ponto-de-ebulicao/>> Acesso em 4 de junho de 2019.

Só Biologia. **O Ciclo da Água**. Disponível em: <<https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Agua/Agua5.php>> Acesso em 4 de junho de 2019.

Wikipedia. **Chuva**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Chuva>> Acesso em 4 de junho de 2019.

Brasil Escola. **Granizo**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/granizo.htm>> Acesso em 4 de junho de 2019.

Brasil Escola. **Neve**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/neve.htm>> Acesso em 4 de junho de 2019.

Info Escola. **Geadas**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/meteorologia/geadas/>> Acesso em 4 de junho de 2019.

Wikipedia. **Orvalho**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Orvalho>> Acesso em 4 de junho de 2019.

Climatempo. **O que é nevoeiro?** Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/noticia/2016/05/12/o-que-e-o-nevoeiro--2190>> Acesso em 4 de junho de 2019.

Toda Matéria. **Estados Físicos da Matéria**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/estados-fisicos-da-materia/>> Acesso em 5 de junho de 2019.



# PROJETO TEMÁTICO FENÔMENOS NATURAIS E A FÍSICA

UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

## Licencianda:

Caroline Aparecida Fernandes de Oliveira

## Orientadores:

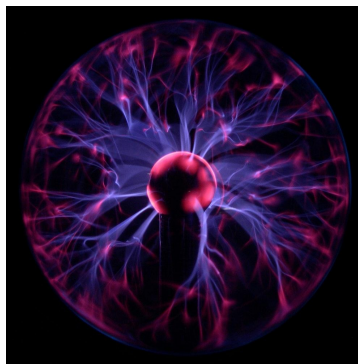
Professora Doutora Gabriela Kaiana Ferreira

Professor Doutor Virnei Silva Moreira



## Outros estados físicos da matéria

- Os estados físicos da matéria são determinados de acordo com o grau de agitação das partículas que a constitui;
- Além dos estados sólido, líquido e gasoso da matéria, também existem o Condensado de Bose-Einstein e o **plasma**;
- Estima-se que cerca de 99% de toda a matéria do universo esteja no estado de plasma;
- Com o aquecimento de gases a altas temperaturas, a energia cinética é tão grande que é capaz de desprender elétrons do núcleo dos átomos, ionizando o gás;
- O plasma conduz eletricidade, cria e sofre influência de campos eletromagnéticos;
- Não possui forma definida, mas pode formar filamentos quando sob influência de campos eletromagnéticos;



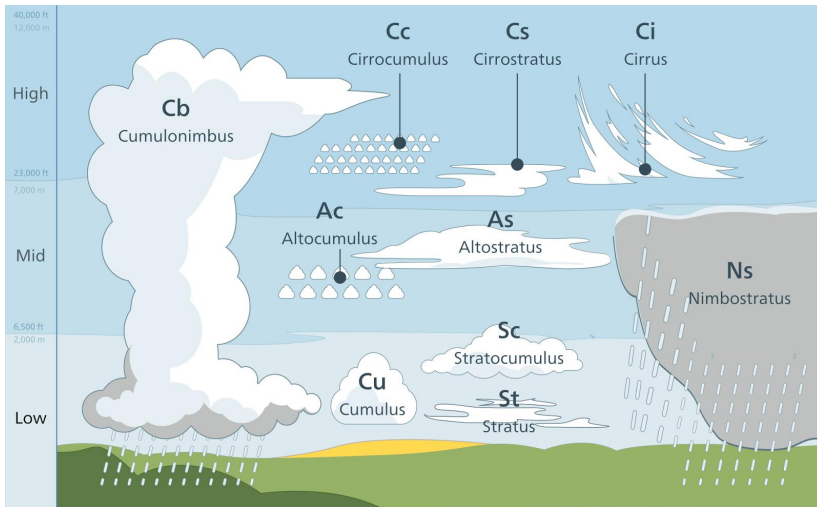
★ <https://www.youtube.com/watch?v=zqzWfguYj1c> ★

## RAIOS E O PLASMA

Raios são  
formados por  
plasma?



## Tipos de nuvem



## Nuvem Cumulonimbus



- As tempestades com raios são formadas em um tipo específico de nuvem, chamada de nuvem Cumulonimbus;
- São caracterizadas por apresentarem desenvolvimento vertical, devido ao movimento de correntes ascendentes de vento, ricas em vapor de água;
- Quanto mais vapor de água disponível no ar, mais a Cumulonimbus pode crescer;
- Geralmente são formadas no verão, quando a temperatura é mais elevada e acontece mais evaporação;
- Regiões montanhosas favorecem o desenvolvimento vertical da Cumulonimbus;
- Os raios acontecem devido a eletrização que ocorre na nuvem;

## Eletrização

### ELETRIZAÇÃO POR INDUÇÃO

Dois corpos, sendo um deles eletrizado e o outro não, são colocados próximos, de maneira que o corpo eletrizado pode eletrizar o corpo neutro transferindo elétrons a ele, sem precisar que os corpos entrem em contato.



- Eletrizar um corpo significa retirar ou acrescentar elétrons de um corpo neutro, com mesma quantidade de elétrons e prótons;
- Se o corpo apresentar mais elétrons, está eletrizado negativamente;
- Se o corpo apresentar mais prótons, está eletrizado positivamente;

### ELETRIZAÇÃO POR CONTATO

Dois corpos, sendo um deles eletrizado e o outro não, são colocados em contato, de maneira que o corpo eletrizado pode eletrizar o corpo neutro transferindo elétrons a ele.



### ELETRIZAÇÃO POR ATRITO

Dois corpos são eletrizados a partir do atrito entre eles. No final da eletrização por atrito, os corpos envolvidos ficam carregados com cargas iguais mas de sentidos opostos. A eletrização por atrito das partículas de água é uma teoria aceita para a eletrização de nuvens de tempestade.



## Raio, relâmpago e trovão



- Quando a nuvem de tempestade está eletrizada o suficiente, ela é capaz de transformar o ar em um bom condutor de eletricidade;
- Ocorre a descarga elétrica, que ioniza o ar por onde passa;
- A corrente elétrica passa por um canal de poucos centímetros e o raio atinge temperaturas de 30 000 °C;
- A intensidade da corrente elétrica é em média 35 kA, podendo chegar a cerca 200 kA;
- O termo raio corresponde ao fenômeno da descarga atmosférica, o termo relâmpago corresponde ao clarão do raio, e o termo trovão corresponde ao efeito sonoro;

INTENSIDADE DA CORRENTE (A)	EFEITO FISIOLÓGICO
0,001 a 0,01	Pequenos formigamentos
0,01 a 0,1	Contrações musculares, dor, dificuldade para respirar, parada cardíaca.
0,1 a 0,2	Fibrilação ventricular
0,2 a 1	Parada cardíaca, parada cardiorrespiratória
1 a 10	Queimaduras graves, parada cardíaca e morte.

## Raio, relâmpago e trovão



- Quando a nuvem de tempestade está eletrizada o suficiente, ela é capaz de transformar o ar em um bom condutor de eletricidade;
- Ocorre a descarga elétrica, que ioniza o ar por onde passa;
- A corrente elétrica passa por um canal de poucos centímetros e o

0 000 °C;

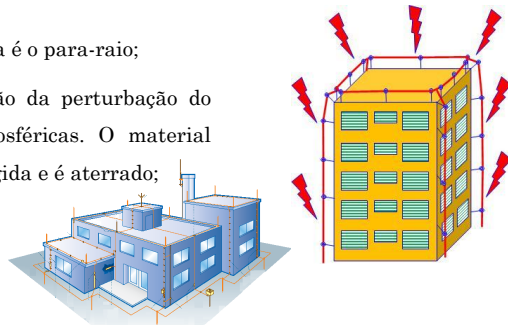
elétrica é em média 35 kA, podendo

fenômeno da descarga atmosférica, o  
ao clarão do raio, e o termo trovão

INTENSIDADE DA CORRENTE (A)	EFEITO FISIOLÓGICO
0,001 a 0,01	Pequenos formigamentos
0,01 a 0,1	Contrações musculares, dor, dificuldade para respirar, parada cardíaca.
0,1 a 0,2	Fibrilação ventricular
0,2 a 1	Parada cardíaca, parada cardiorrespiratória
1 a 10	Queimaduras graves, parada cardíaca e morte.

## Blindagem eletrostática

- É possível “proteger” corpos envoltos por uma superfície condutora de perturbações externas produzidas por campos eletrostáticos e eletromagnéticos;
- Uma das aplicações da blindagem eletrostática é o para-raio;
- Os para-raios conseguem blindar a edificação da perturbação do campo elétrico causado por descargas atmosféricas. O material condutor envolve toda a superfície a ser protegida e é aterrado;



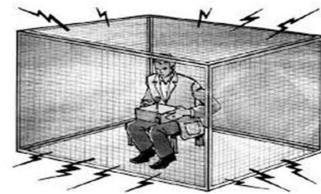
## Gaiola de Faraday

- Foi o experimento mais famoso de Michael Faraday, realizado em 1836;

- Faraday queria demonstrar que:

*O interior de uma superfície condutora eletrizada possui campo elétrico nulo, pois as cargas se distribuem de forma homogênea na parte externa da superfície condutora.*

- Faraday construiu uma gaiola metálica e posicionou-se no seu interior;
- Este efeito foi chamado de **blindagem eletrostática**;



## Atividade proposta

Considerando o grande quantidade de energia necessária para o consumo nos dias atuais, você acha que seria útil se pudéssemos, alguma forma, aproveitar a energia elétrica proveniente dos raios? Por quê? Se sim, como você acha que seria possível esse aproveitamento? Que tipo de dificuldades surgiriam na hora de colocar essa teoria em prática?



Wikipédia. **Plasma**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Plasma>> Acesso em 5 de junho de 2019.

Mundo Educação. **Plasma**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/plasma.htm>> Acesso em 5 de junho de 2019.

Wikipédia. **Relâmpago**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A2mpago>> Acesso em 5 de junho de 2019.

Climatempo. **Conheça a nuvem que provoca as tempestades**. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/noticia/2016/02/28/bela-e-perigosa-7370>> Acesso em 5 de junho de 2019.

Info Escola. **Tipos de Nuvens**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/meteorologia/tipos-de-nuvens/>> Acesso em 5 de junho de 2019.

Só Física. **Processos de Eletrição**. Disponível em: <<https://www.sofisica.com.br/contenudos/Eletromagnetismo/Eletrstatica/eletricao3.php>> Acesso em 5 de junho de 2019.

Tempo João Pessoa. **Raios**. Disponível em: <em<https://tempojoaoopessoa.jimdo.com/>> Acesso em 5 de junho de 2019.

ELAT. **Você Sabia?** Disponível em: <<http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/elat/perguntas.e.respostas.php>> Acesso em 5 de junho de 2019.

PION – Ligado na Física. **A Física das Tempestades e dos Raios**. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/v1/portalpion/index.php/artigos/30-a-fisica-das-tempestades-e-dos-raios>> Acesso em 5 de junho de 2019.

Alunos Online. **Efeitos da Corrente Elétrica Sobre o Corpo Humano**. Disponível em: <<https://alunosonline.uol.com.br/fisica/efeitos-corrente-eletrica-sobre-corpo-humano.html>> Acesso em 5 de junho de 2019.

Mundo Educação. **Blindagem Eletrostática**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/blindagem-eletrstatica.htm>> Acesso em 5 de junho de 2019.

Wikipédia. **Gaiola de Faraday**. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Gaiola\\_de\\_Faraday](https://pt.wikipedia.org/wiki/Gaiola_de_Faraday)> Acesso em 5 de junho de 2019.

Mundo Educação. **Para-raios**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/o-funcionamento-pararaios.htm>> Acesso em 5 de junho de 2019.

# Referências

---





# PROJETO TEMÁTICO

## FENÔMENOS NATURAIS E A FÍSICA

UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

**Licencianda:**

Caroline Aparecida Fernandes de Oliveira

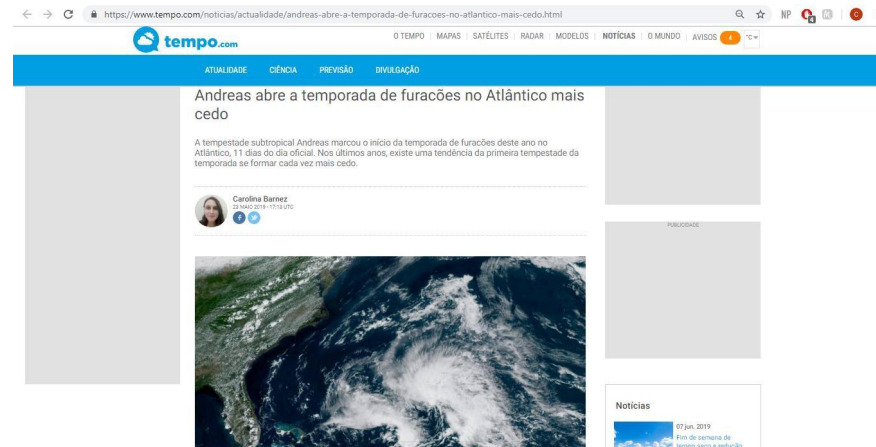
**Orientadores:**

Professora Doutora Gabriela Kaiana Ferreira

Professor Doutor Virnei Silva Moreira



POR QUÊ?

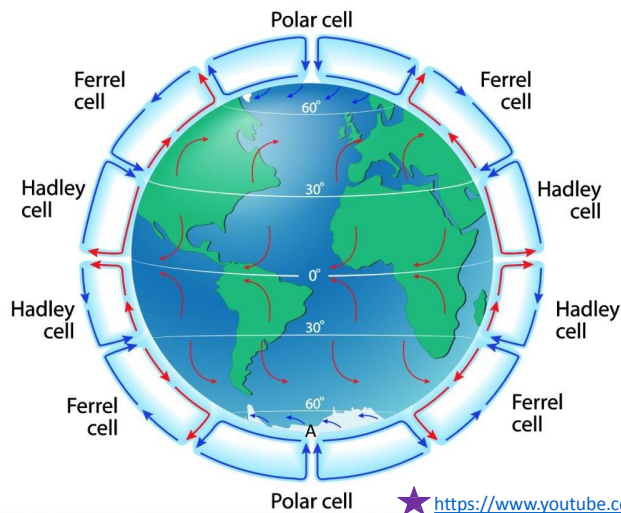


<https://www.tempo.com/noticias/actualidade/andreas-abre-a-temporada-de-furacoes-no-atlantico-mais-cedo.html>

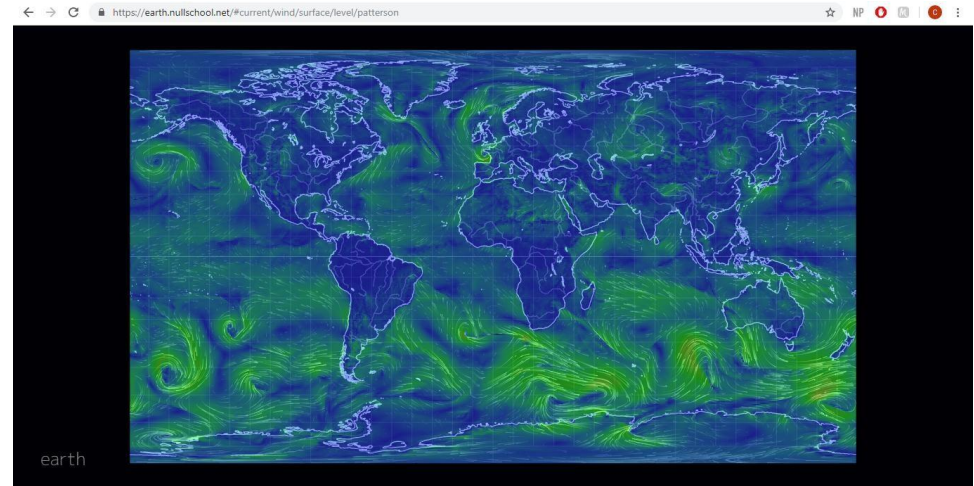


POR QUÊ?

# Circulação Geral da Atmosfera



★ <https://www.youtube.com/watch?v=JVtExy2WYhk>



Circulação atmosférica – 7 de junho

★ <https://earth.nullschool.net/pt/#current/wind/surface/level/patterson/loc=-121.135,5.543> ★

## Como o vento se forma?

- O sol aquece a Terra de forma não homogênea, algumas partes se aquecem mais que as outras;
- Aquecimentos diferenciais causam diferenças de temperatura, assim como na pressão;
- Quando a temperatura em uma região se eleva, a pressão atmosférica diminui;
- O ar se movimenta devido a diferenças na pressão atmosférica;
- O vento é a consequência do movimento de massas de ar;
- Ar mais aquecido sobe, diminuindo a pressão atmosférica. Ar mais frio desce, aumentando a pressão atmosférica;



## Transformações Gasosas

- Durante os processos termodinâmicos, as variáveis de estado dos gases (Pressão, Volume e Temperatura) sofrem mudanças que resultam nas **transformações gasosas**;

### TRANSFORMAÇÃO ISOBÁRICA

★ **Primeira Lei de Charles e Gay-Lussac:** Com a **pressão** sendo mantida constante, a massa de determinado gás ocupa um volume diretamente proporcional à sua temperatura.

$$\frac{V}{T} = K \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

### TRANSFORMAÇÃO ISOVOLUMÉTRICA

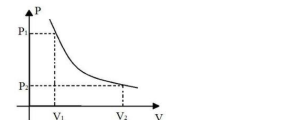
★ **Segunda Lei de Charles e Gay-Lussac:** Com o **volume** sendo mantido constante, a pressão exercida pela massa de determinado gás é diretamente proporcional à sua temperatura.

$$\frac{P}{T} = K \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

### TRANSFORMAÇÃO ISOTÉRMICA

★ **Lei de Boyle-Mariotte:** Com a **temperatura** sendo mantida constante, a massa de determinado gás ocupa um volume inversamente proporcional a sua pressão.

$$PV = K \quad P_1V_1 = P_2V_2$$





## Lei dos Gases Ideais

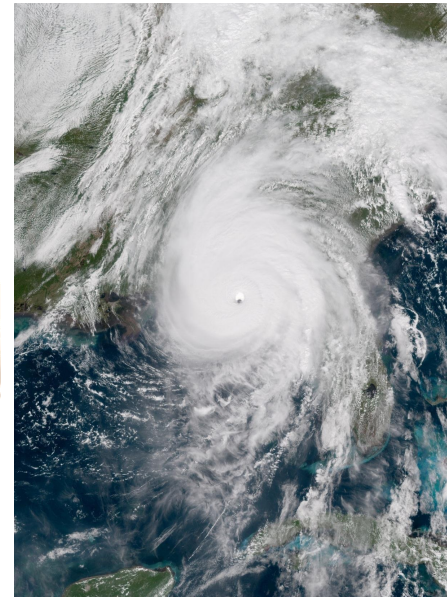
- Combinando as três equações das Transformações Gasosas, podemos demonstrar a **Equação Geral dos Gases**:

$$\frac{PV}{T} = K \quad \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

- Sabendo que a constante K depende do número de mol **n** do gás e de **R** = 8,31 J/mol, conhecida como Constante Universal dos Gases Ideais, temos a **Lei dos Gases Ideais**:

$$PV = nRT$$

- Tal equação é a mais importante no estudo de gases;



## O que são Furacões?

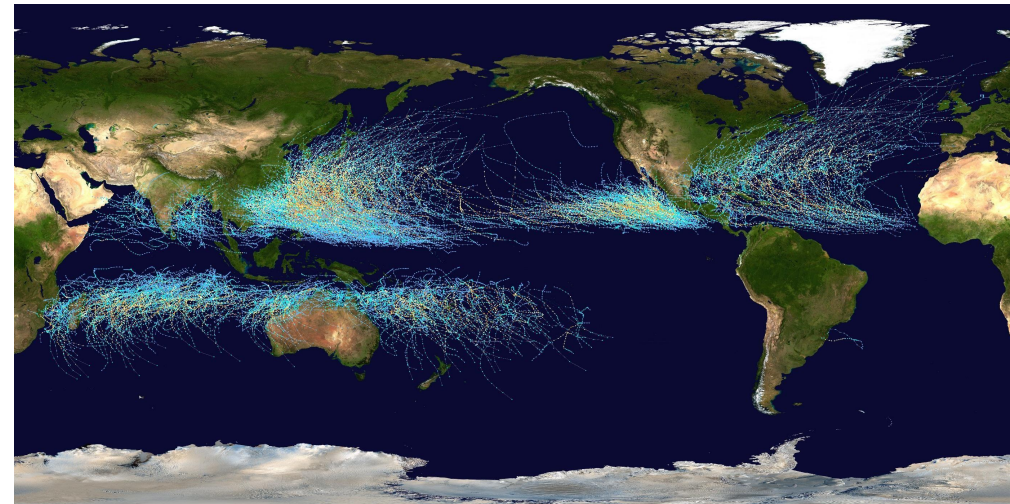
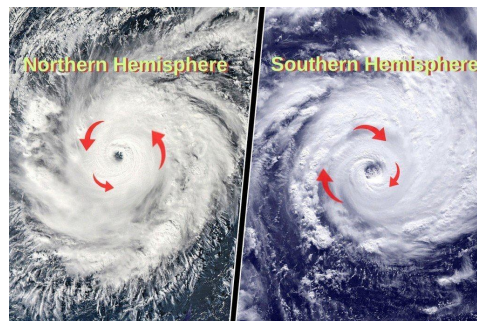
- Também chamados de ciclones tropicais, são enormes tempestades formadas nos oceanos com temperatura superior a 27 °C; No Brasil, as águas dos oceanos chegam no máximo a 26 °C, próximo ao Equador.
- São formados nas zonas de baixa pressão da Terra, de acordo com o Modelo de Circulação Geral da Atmosfera;
- Os ventos dos furacões podem ultrapassar 300 km/h;
- São predominantes no Pacífico norte e Atlântico norte;
- No hemisfério norte, os furacões giram no sentido anti-horário, e no hemisfério sul, no sentido horário, devido ao efeito Coriolis;

## Efeito Coriolis

- O movimento rotacional da Terra causa deflexão na trajetória das massas de ar, vai se curvar;
- A força de Coriolis
- Se a trajetória de aviões não considerassem o Efeito Coriolis, não chegariam no destino correto;
- O Efeito Coriolis influencia furacões e aviões, mas não a água na pia do banheiro;
- Na linha do Equador, a força de Coriolis é nula, o que significa que não há força suficiente para que o furacão gire;

$$F_{co} = 2 \Omega V_H \sin(\text{lat})$$

★ <https://www.youtube.com/watch?v=HlyBpi7B-dE> ★



Furacões que ocorreram entre 1985 e 2005 – NASA

# Escala Saffir-Simpson

Categoria	Ventos em km/h	Altura / m	Pressão / hPa
1	117–151	1,2–1,6	Maior que 980
2	152–176	1,7–2,5	965–979
3	177–208	2,6–3,8	945–964
4	209–248	3,9–5,5	920–944
5	>249	5,5—7	<920

Categoria 1 – Danos à vegetação, plantações, casas de madeira ou mal construídas e inundações em zonas costeiras.

Categoria 2 – Queda de árvores, destruição de portas e janelas e inundações ao longo da costa litorânea.

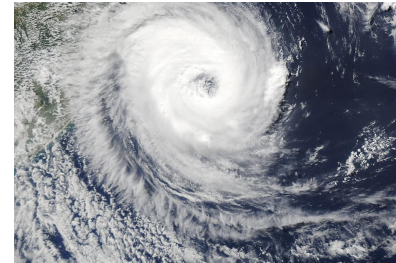
Categoria 5 – Árvores e arbustos são totalmente arrancados pelo vento. Tetos, placas com anúncios e letreiros podem ser levados a distâncias consideráveis. Várias casas e edifícios sofrem total destruição. Furacões desta categoria podem arrasar quase tudo o que encontra pelo caminho. É necessária a evacuação total das pessoas que vivem perto das zonas costeiras.

Categoria 4 – Árvores e arbustos são arrancados do solo. Telhados, portas, janelas são destruídos. Muitas edificações têm sua estrutura totalmente comprometida ou podem ser totalmente destruídas. As inundações avançam até dezenas de quilômetros da zona costeira. Furacões desta categoria requerem a evacuação da população.

Categoria 3 – Causa danos na estrutura de pequenos edifícios e graves inundações na zona costeira. Os ventos arrancam os telhados, placas com letreiros e anúncios.

# Atividade proposta

Por que quase não há registros de furacões no Brasil? Isso pode mudar? Quais variáveis estariam relacionadas a um possível aumento na ocorrência de furacões no Brasil? Você acha que o Brasil estaria preparado para enfrentar uma “temporada de furacões”, como ocorre nos Estados Unidos, por exemplo?



# Referências

Tempo.com. **Andreas abre a temporada de furacões no Atlântico mais cedo.** Disponível em: <<https://www.tempo.com/noticias/actualidade/andreas-abre-a-temporada-de-furacoes-no-atlantico-mais-cedo.html>> Acesso em 6 de junho de 2019.

**Correntes atmosféricas.** Disponível em: <<https://earth.nullschool.net/pt/>> Acesso em 6 de junho de 2019.

Sputnik News Brasil. **Furacões sem precedentes: cientistas avisam sobre tempestades devastadoras nos EUA no futuro.** Disponível em: <[https://br.sputniknews.com/ciencia\\_tecnologia/2019052813965515-furacoes-sem-precedentes-cientistas-avisam-sobre-tempestades-devastadoras-nos-eua-no-futuro](https://br.sputniknews.com/ciencia_tecnologia/2019052813965515-furacoes-sem-precedentes-cientistas-avisam-sobre-tempestades-devastadoras-nos-eua-no-futuro)> Acesso em 6 de junho de 2019.

Superinteressante. **Como se formam os ventos?** Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-se-formam-os-ventos/>> Acesso em 6 de junho de 2019.

Toda Matéria. **Leis dos Gases.** Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/leis-dosgases/>> Acesso em 5 de maio de 2019.

Mundo Educação. **Transformações Gasosas.** Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/transformacoes-gasosas.htm>> Acesso em 5 de maio de 2019.

Guia do Estudante. **Estudo dos Gases.** Disponível em: <<https://guiadoestudante.abril.com.br/estudo/estudo-dos-gases/>> Acesso em 5 de maio de 2019

Mundo Educação. **Furacão.** Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/furacao.htm>> Acesso em 6 de junho de 2019.

Wikipedia. **Ciclone Tropical.** Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Ciclone\\_tropical](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ciclone_tropical)> Acesso em 6 de junho de 2019.

Wikipedia. **Força inercial de Coriolis.** Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/For%C3%A7a\\_inercial\\_de\\_Coriolis](https://pt.wikipedia.org/wiki/For%C3%A7a_inercial_de_Coriolis)> Acesso em 6 de junho de 2019.

Dia a dia educação – Geografia. **Escala Saffir-Simpson.** Disponível em: <<http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=266>> Acesso em 6 de junho de 2019.

Wikipedia. **Escala de Furacões Saffir-Simpson.** Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Escala\\_de\\_furac%C3%B5es\\_de\\_Saffir-Simpson](https://pt.wikipedia.org/wiki/Escala_de_furac%C3%B5es_de_Saffir-Simpson)> Acesso em 6 de junho de 2019.





*PROJETO TEMÁTICO*  
**FENÔMENOS NATURAIS E A FÍSICA**  
UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

**Licencianda:**

Caroline Aparecida Fernandes de Oliveira

**Orientadores:**

Professora Doutora Gabriela Kaiana Ferreira

Professor Doutor Virnei Silva Moreira



## CORES DO CÉU E AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS



Por que o céu está azul agora?



Por que logo logo começará a ficar mais avermelhado?



Por que as nuvens são brancas?

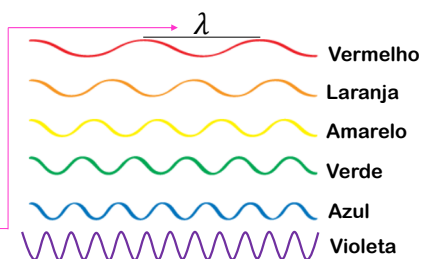


Por que as maçãs são vermelhas?

Dualidade onda-partícula

## Luz

- A luz se comporta como uma onda eletromagnética, capaz de transportar energia;
- A luz emitida pelo sol é chamada de policromática, pois é uma mistura de todas as cores, que formam o espectro visível;
- Cada uma das cores possui um comprimento de onda específico;

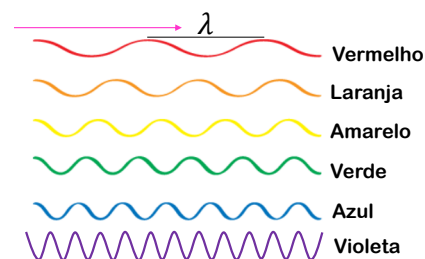


Dualidade onda-partícula

## Luz

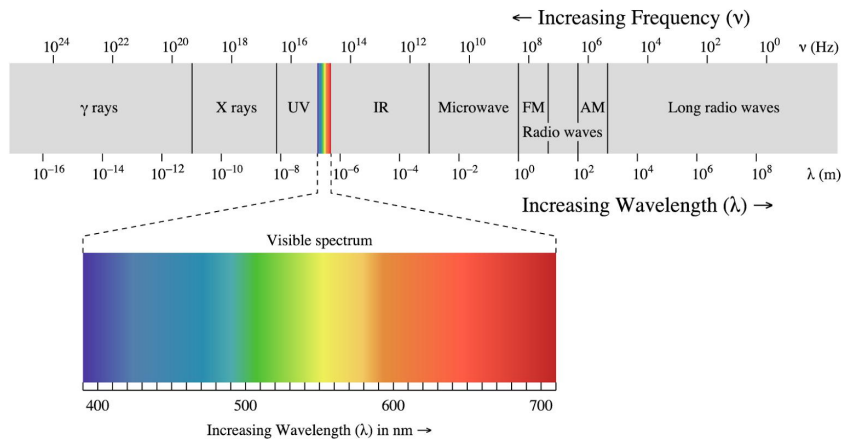
- A luz se comporta como uma onda eletromagnética, capaz de transportar energia;
- A luz emitida pelo sol é chamada de policromática, pois é uma mistura de todas as cores, que formam o espectro visível;
- Cada uma das cores possui um comprimento de onda específico;

Cor	Comprimento de onda	Frequência
Vermelho	~ 625-740 nm	~ 480-405 THz
Laranja	~ 590-625 nm	~ 510-480 THz
Amarelo	~ 565-590 nm	~ 530-510 THz
Verde	~ 500-565 nm	~ 600-530 THz
Ciano	~ 485-500 nm	~ 620-600 THz
Azul	~ 440-485 nm	~ 680-620 THz
Violeta	~ 380-440 nm	~ 790-680 THz

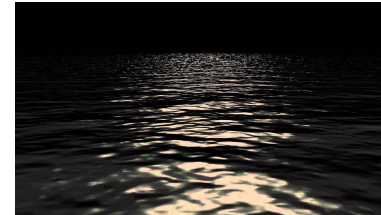




# Espectro Eletromagnético



# Reflexão e Refração da Luz



- São fenômenos ópticos que ocorrem quando a luz muda de meio de propagação;
- Diferentes meios de propagação tem propriedades distintas;
- Qualquer tipo de onda está sujeita aos fenômenos de reflexão e refração;

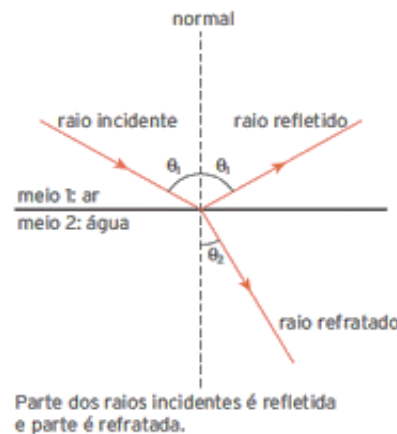
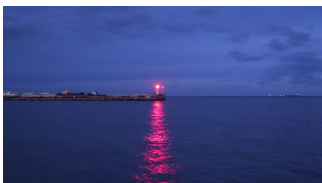
# Reflexão e Refração da Luz

## Reflexão

A reflexão acontece quando a luz incidente atinge um meio diferente do que estava e parte dela volta a se propagar no meio de origem.

É descrita pelas leis:

- ★ **Primeira Lei da Reflexão:** O raio incidente, o raio refletido e a reta normal são coplanares.
- ★ **Segunda Lei da Reflexão:** O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.



# Reflexão e Refração da Luz

## Refração

A refração ocorre quando parte da luz incidente a um meio diferente do de origem passa a se propagar no outro meio.

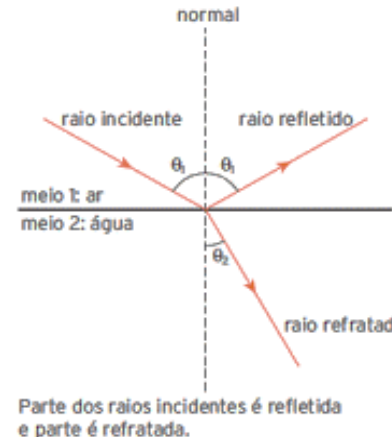
Quando a luz sofre uma refração ocorre a variação da sua velocidade e do seu comprimento de onda, de acordo com o meio de propagação, fazendo com que ela mude a sua trajetória.

É descrita pelas leis:

- ★ **Primeira Lei da Refração:** O raio incidente, o raio refratado e a reta normal são coplanares.
- ★ **Segunda Lei da Refração:** Também conhecida como **Lei de Snell**, dada por:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

Que pode ser escrita:  $\sin \theta_1 n_1 = \sin \theta_2 n_2$



# Reflexão e Refração da Luz



## Refração

A refração ocorre quando parte da luz incidente a um meio diferente do de origem passa a se propagar no outro meio.

Quando a luz sofre uma refração ocorre a variação da sua velocidade e do seu comprimento de onda, de acordo com o meio de propagação, fazendo com que ela mude a sua trajetória.

É descrita pelas leis:

★ **Primeira Lei da Refração:** O raio incidente, o raio refratado e a reta normal são coplanares.

★ **Segunda Lei da Refração:** Também conhecida como **Lei de Snell**, dada por:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

Que pode ser escrita:  $\sin \theta_1 n_1 = \sin \theta_2 n_2$

# Índice de Refração

- O índice de refração **n** é diferente para diferentes meios, de acordo com a sua composição;
- O índice de refração é calculado a partir da equação:

$$n = \frac{c}{v}$$

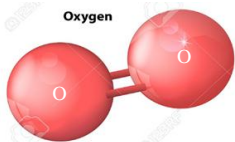
$c$  = velocidade da luz no vácuo = 299792458 m/s  $\approx$  300 000 km/s

- Existem valores de índice de refração tabelados para vários meios;

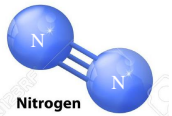
Meio	Índice
Vácuo	1
Ar	1,00029
Água	1,33
Acetona	1,36
Vidro	1,5
Poliestireno	1,55
Safira	1,77
Diamante	2,42

## Refração Vácuo-Atmosfera

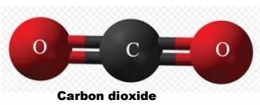
- Quando a luz solar chega na atmosfera terrestre, sofre uma refração;
- Já na atmosfera da Terra, a luz branca encontra partículas, principalmente de  $O_2$ ,  $N_2$  e  $CO_2$ ;
- Essas partículas funcionam aproximadamente como **prismas**;



Oxygen



Nitrogen

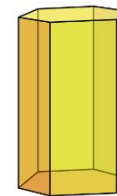


Carbon dioxide

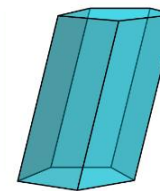
## Prisma

### NA MATEMÁTICA

Poliedro de bases congruentes e paralelas, cujas faces laterais são retângulos se o prisma for reto (a), ou paralelogramos se o prisma for oblíquo (b).



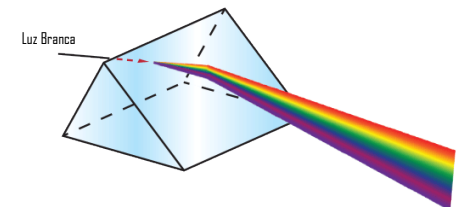
(a)



(b)

### NA FÍSICA

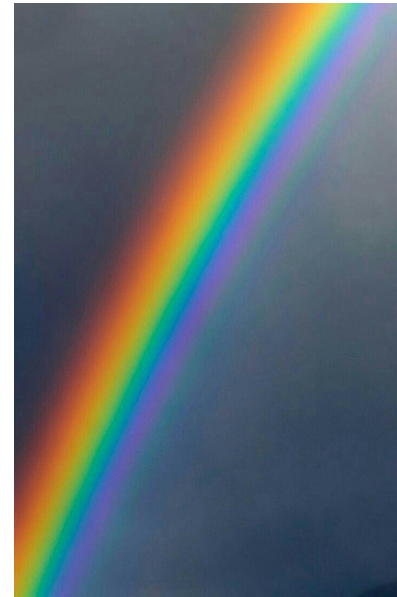
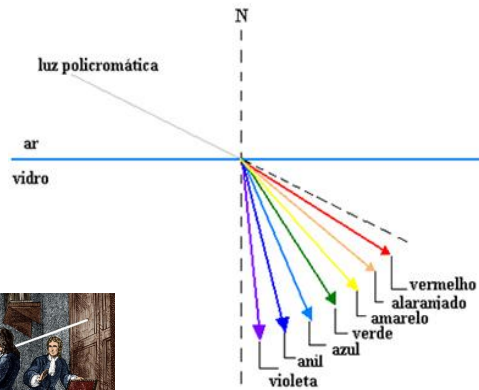
Objeto com formato de prisma, com faces não paralelas, feito de vidro ou cristal, que tem a propriedade de decompor a luz branca no espectro de cores.



Tradicionalmente utiliza-se o prisma reto triangular

# Dispersão

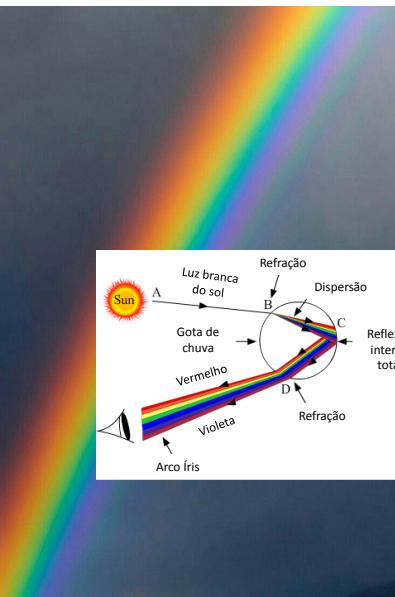
- A dispersão é o fenômeno que ocorre quando a luz, ao ser refratada, se decompõe nas cores que formam o espectro visível;
- Para cada um dos comprimentos de onda/frequência há um desvio angular específico, resultando na dispersão.



# Arco Íris

- Para que um arco íris se forme é preciso que gotas de água estejam suspensas na atmosfera sendo iluminadas pelo sol;
- As gotinhas de água se comportam como prismas, decompondo a luz branca do sol;
- Entre os ângulos de 40 e 42 graus acontece uma reflexão interna total e o arco íris pode ser visto;
- O arco íris na verdade é um “círculo íris”;

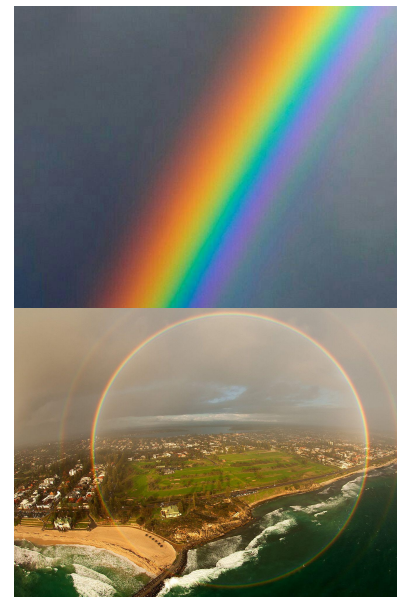
★ <https://www.youtube.com/watch?v=xkDhQGxqwCM> ★



# Arco Íris

- Para que um arco íris se forme é preciso que gotas de água estejam suspensas na atmosfera sendo iluminadas pelo sol;
- As gotinhas de água se comportam como prismas, decompondo a luz branca do sol;
- Entre os ângulos de 40 e 42 graus acontece uma reflexão interna total e o arco íris pode ser visto;
- O arco íris na verdade é um “círculo íris”;

★ <https://www.youtube.com/watch?v=xkDhQGxqwCM> ★



# Arco Íris

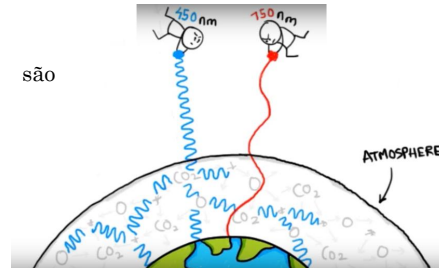
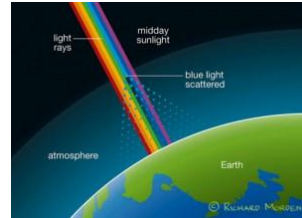
- Para que um arco íris se forme é preciso que gotas de água estejam suspensas na atmosfera sendo iluminadas pelo sol;
- As gotinhas de água se comportam como prismas, decompondo a luz branca do sol;
- Entre os ângulos de 40 e 42 graus acontece uma reflexão interna total e o arco íris pode ser visto;
- O arco íris na verdade é um “círculo íris”;

★ <https://www.youtube.com/watch?v=xkDhQGxqwCM> ★

# Espalhamento

- Tal decomposição de cores é feita quando a luz solar entra em contato com as partículas na atmosfera;
- Esse fenômeno físico é chamado **espalhamento**, que é um tipo de dispersão;
- As cores com menor comprimento de onda são espalhadas com mais facilidade;

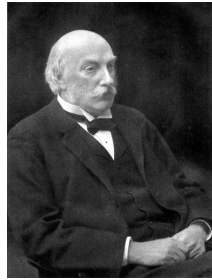
★ [https://www.youtube.com/watch?v=hHBYppQ\\_1d4](https://www.youtube.com/watch?v=hHBYppQ_1d4) ★



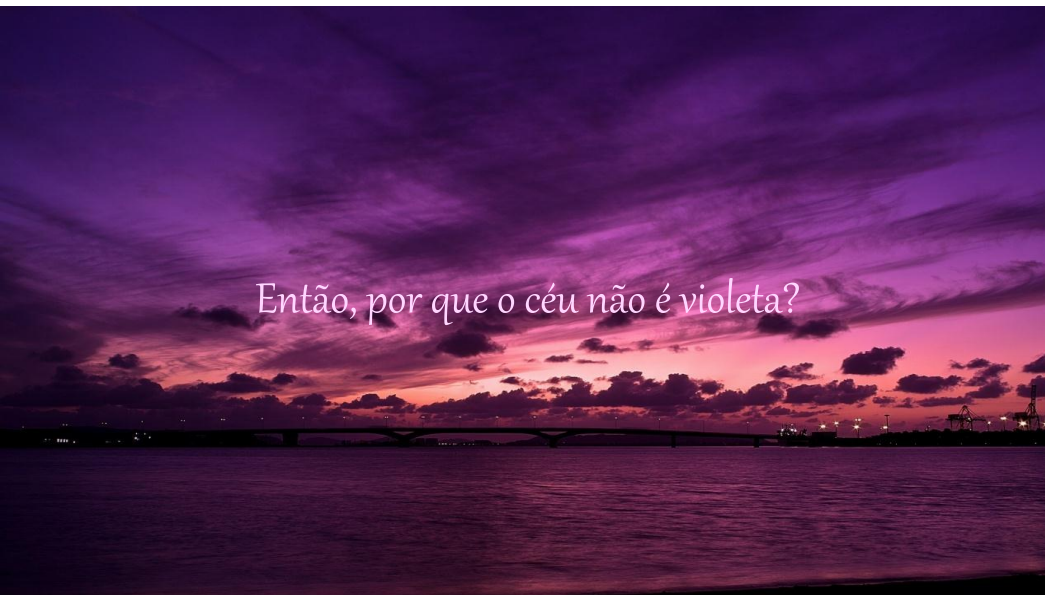
## Espalhamento de Rayleigh

- Esse tipo de espalhamento que ocorre na atmosfera ficou conhecido como Espalhamento de Rayleigh;
- Lord Rayleigh foi um matemático e físico britânico, conhecido pelo estudo das ondas;
- O espalhamento de Rayleigh ocorre quando a luz é dispersada por partículas menores que o comprimento de onda;
- Quanto menor for o comprimento de onda  $\lambda$ , maior será a intensidade da luz espalhada  $I$ :

$$I = \frac{1}{\lambda^4}$$

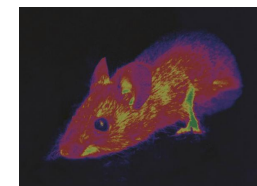
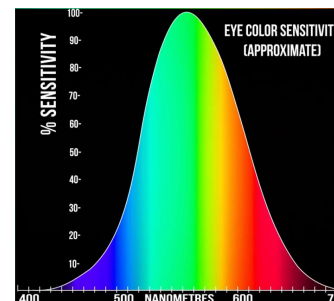


Lord Rayleigh (1842-1919)



## Olho humano

- O olho humano tem uma sensibilidade maior para enxergar o azul do que o violeta, por isso enxergamos azul;
- Muitos animais possuem uma sensibilidade diferente e conseguem enxergar comprimentos de onda diferentes;
- Aves conseguem enxergar radiação ultravioleta e serpentes conseguem enxergar radiação infravermelha, por exemplo.

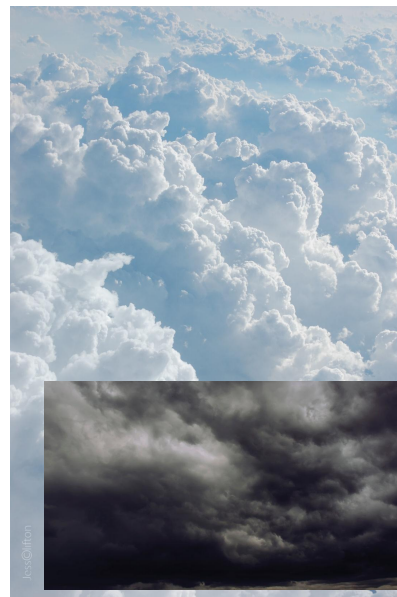






## Nuvens

- Se o tamanho das partículas é maior que o comprimento de onda, a luz branca não se decompõe;
- Todos os comprimentos de onda são igualmente dispersados;
- As gotículas de água presentes nas nuvens são maiores que o comprimento de onda da luz solar;
- Quando as nuvens ficam muito espessas, os raios de luz não conseguem atravessá-la;
- A ausência de luz incidindo sobre um objeto é interpretada como a cor preta pelo nosso cérebro;



## Nuvens

- Se o tamanho das partículas é maior que o comprimento de onda, a luz branca não se decompõe;
- Todos os comprimentos de onda são igualmente dispersados;
- As gotículas de água presentes nas nuvens são maiores que o comprimento de onda da luz solar;
- Quando as nuvens ficam muito espessas, os raios de luz não conseguem atravessá-la;
- A ausência de luz incidindo sobre um objeto é interpretada como a cor preta pelo nosso cérebro;

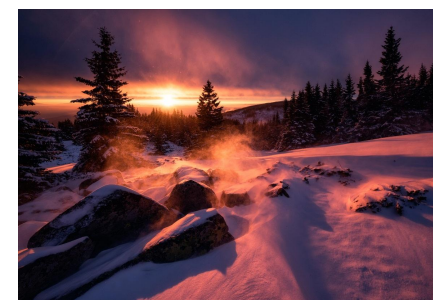
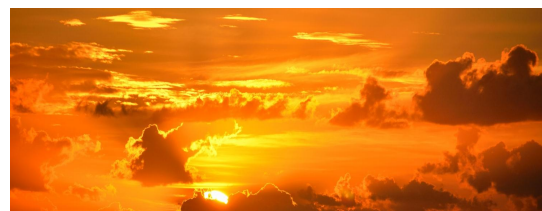
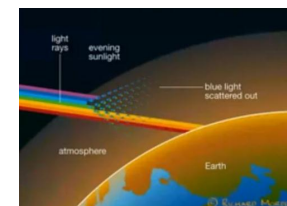


## Nuvens

- Se o tamanho das partículas é maior que o comprimento de onda, a luz branca não se decompõe;
- Todos os comprimentos de onda são igualmente dispersados;
- As gotículas de água presentes nas nuvens são maiores que o comprimento de onda da luz solar;
- Quando as nuvens ficam muito espessas, os raios de luz não conseguem atravessá-la;
- A ausência de luz incidindo sobre um objeto é interpretada como a cor preta pelo nosso cérebro;

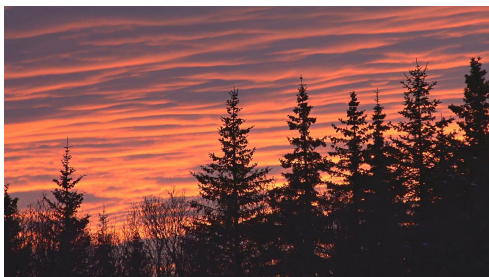
## Nascer e pôr do sol

- No nascer e no pôr do sol, a luz solar atravessa uma quantidade maior de ar na atmosfera;
- Isso faz com que, de tanto se espalhar, a coloração azulada perde a intensidade;
- Como as cores avermelhadas se espalham menos, chegam com mais intensidade aos nossos olhos;



## Atividade proposta

Suponha que você está fazendo um estudo sobre a poluição do ar a gostaria de fazer análises da concentração de gás carbônico na atmosfera. Algum aspecto das cores do céu em determinada região pode dizer algo a respeito da poluição neste local? Por quê?



## Referências

- E-disciplinas USP. **A Natureza da Luz**. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2654439/mod\\_resource/content/1/a%20natureza%20da%20luz.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2654439/mod_resource/content/1/a%20natureza%20da%20luz.pdf)> Acesso em 7 de junho de 2019.
- Brasil Escola. **O que são Ondas Eletromagnéticas**. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/o-que-sao-ondas-eletromagneticas.htm>> Acesso em 8 de junho de 2019.
- Khan Academy. **Luz: ondas eletromagnéticas, espectro eletromagnético e fótons**. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/physics/light-waves/introduction-to-light-waves/a/light-and-the-electromagnetic-spectrum>> Acesso em 7 de junho de 2019.
- Mundo Educação. **A composição do ar**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.br.l.uol.com.br/geografia/a-composicao-ar.htm>> Acesso em 8 de junho de 2019.
- Toda Matéria. **Prisma – Figura Geométrica**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/prisma/>> Acesso em 8 de junho de 2019.
- Só Física. **Prisma**. Disponível em: <<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/RefraçaoDaluz/prisma.php>> Acesso em 7 de junho de 2019.
- Wikipedia. **Arco Íris**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Arco-%C3%ADris>> Acesso em 8 de junho de 2019.
- Wikipedia. **Dispersão de Rayleigh**. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Dispers%C3%A3o\\_de\\_Rayleigh](https://pt.wikipedia.org/wiki/Dispers%C3%A3o_de_Rayleigh)> Acesso em 7 de junho de 2019.
- Superinteressante. **Por que o Céu é Azul?** Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/por-que-o-ceu-e-azul/>> Acesso em 8 de junho de 2019.
- Wikipedia. **Visão Fotópica**. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Vis%C3%A3o\\_fot%C3%B3pica](https://pt.wikipedia.org/wiki/Vis%C3%A3o_fot%C3%B3pica)> Acesso em 8 de junho de 2019.



# FENÔMENOS NATURAIS E A FÍSICA

UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

**Licencianda:**

Caroline Aparecida Fernandes de Oliveira

**Orientadores:**

Professora Doutora Gabriela Kaiana Ferreira

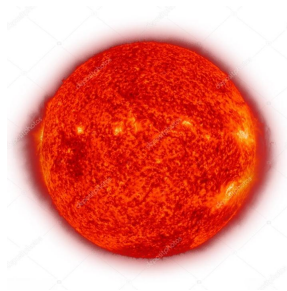
Professor Doutor Virnei Silva Moreira



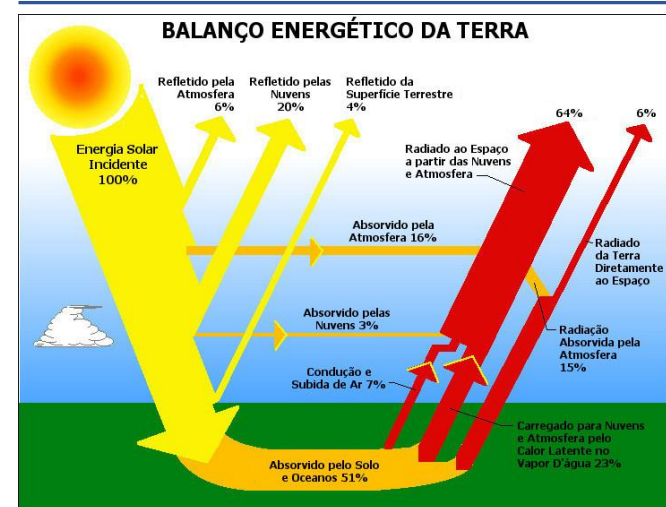
## RADIAÇÃO SOLAR E O EFEITO FOTOELÉTRICO

## Radiação Solar

- O Sol é a estrela mais próxima do planeta Terra, localizado no centro do Sistema Solar;
- Fornece luz e calor necessários a manutenção da vida na Terra;
- O Sol emite radiação solar em forma de luz visível, infravermelho e ultravioleta;
- A diferença entre a luz e o calor que percebemos é o comprimento de onda da radiação;
- A radiação solar que é incidida na Terra interage com a atmosfera e a superfície;



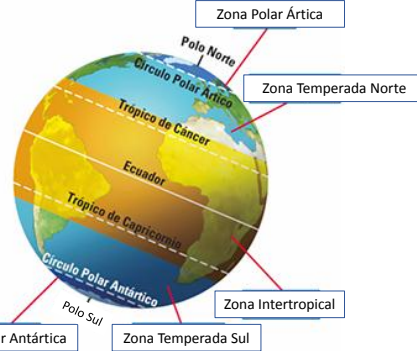
## Balanco de Radiação





# Estações do ano

- Os raios solares chegam em ângulos diferentes no planeta, sendo que o Equador e toda a Zona Intertropical é a região que recebe mais incidência de radiação solar;
- Além disso, a inclinação do planeta faz com que se formem estações do ano;
- O início do verão no hemisfério sul é caracterizado pelo maior índice de incidência de radiação solar na linha do Trópico de Capricórnio, próximo de 21 de dezembro;
- No hemisfério norte, o maior índice de radiação solar acontece na linha do Trópico de Câncer, próximo de 21 de junho;

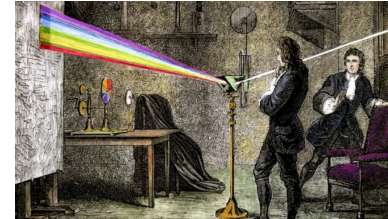


★ <https://www.youtube.com/watch?v=Qejc-mAObgw> ★

# A natureza da luz

## TEORIA CORPUSCULAR DA LUZ

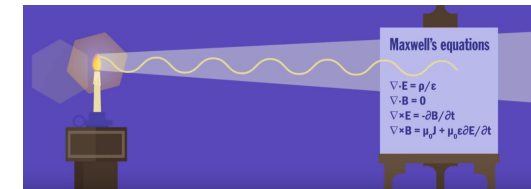
- Apresentada por Newton em seu livro Opticks (1704);
- A luz seria composta por minúsculas partículas emitidas por uma fonte;
- Newton tinha grande autoridade científica desde a publicação de seu livro Principia (1687);
- A Teoria Corpuscular da Luz foi aceita por mais de cem anos;



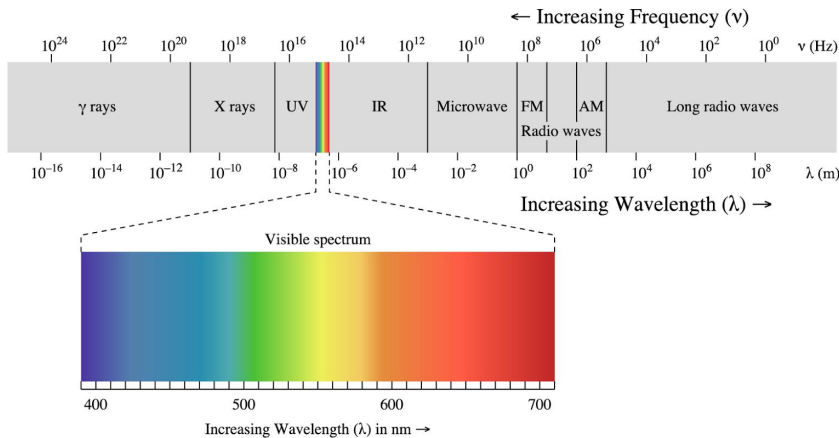
## TEORIA ONDULATÓRIA DA LUZ

- Com o avanço da ondulatória, a teoria corpuscular da luz começou a ser rejeitada;
- Alguns fenômenos ópticos só podiam ser explicados com a teoria ondulatória;
- Experimento de Young;
- Os trabalhos de Maxwell o levaram a afirmar:

*A luz é uma "modalidade de energia radiante" que se propaga através de ondas eletromagnéticas.*

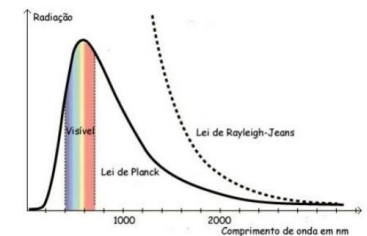


# O Espectro Eletromagnético



# Ideias de Planck

- Planck foi considerado o pai da Física Quântica;
- Um dos grandes problemas físicos no final do século XIX era a curva do espectro da radiação (intensidade da radiação em função do comprimento de onda) emitida por um corpo negro;
- Resumidamente, a curva teórica não batia com a curva obtida através dos dados experimentais;
- Era a chamada "Catástrofe do Ultravioleta";
- Planck resolveu;



# Ideias de Planck



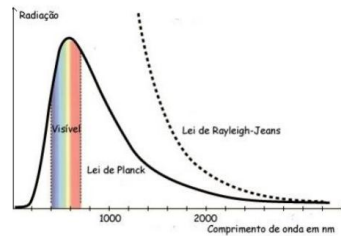
Lord Rayleigh



Sir James Jeans



Max Planck



$$f(\lambda) = 8\pi k \frac{T}{\lambda^4}$$

$$E = h\nu$$

$$f(\lambda) = 8\pi hc \frac{\lambda^{-5}}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}$$

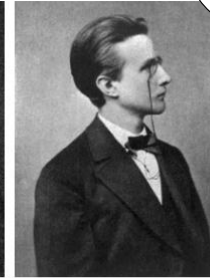
# Ideias de Planck



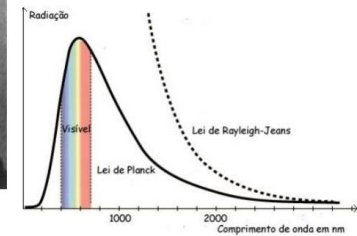
Lord Rayleigh



Sir James Jeans



Max Planck



A energia é quantizada!

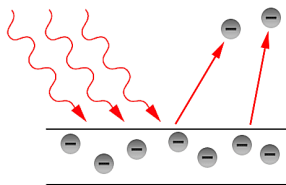
$$f(\lambda) = 8\pi k \frac{T}{\lambda^4}$$

$$E = h\nu$$

$$f(\lambda) = 8\pi hc \frac{\lambda^{-5}}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}$$

## Efeito Fotoelétrico

- Quando uma placa metálica é submetida a um feixe de luz, os elétrons **podem** receber energia suficiente para escapar do metal;
- No início imaginou-se que a intensidade da luz determinava se os elétrons escapariam ou não do metal, se levada em conta a natureza de onda da luz;
- Na prática, era a frequência que determinava;
- Einstein mostrou então que somente se cada “pacote” de luz guardasse uma determinada quantidade de energia o efeito fotoelétrico seria possível;



## Energia do Fóton

- Baseado nas ideias de Planck, Einstein propôs que a luz também é quantizada, e chamou a quantidade elementar de luz de fóton;

$$E = h\nu$$

↑ frequency of photon

↑ Planck's constant

$6.626 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \cdot \text{kg} / \text{s}$

Energia do fóton

- A menor energia que uma onda luminosa de frequência  $\nu$  pode possuir é  $h\nu$ , que é a energia de um único fóton;
- Era proposta assim a teoria da dualidade onda-partícula da luz;



# Equação do Efeito Fotoelétrico

- Para escapar do metal, um elétron necessita de uma energia mínima, chamada de função trabalho, que depende da composição metal:

$$hf = E_{k\max} + \phi$$

Photon energy (J)      Maximum kinetic energy of the electron (J)      Work function of the metal (J)

- Os elétrons são liberados apenas quando a frequência da luz excede certo valor;
- Quanto maior a frequência da luz, maior a energia cinética dos elétrons liberados;



## Onde se utiliza isso?

- A mais famosa aplicação tecnológica baseada no efeito fotoelétrico é a célula fotovoltaica, utilizada nos painéis solares;
- Esses dispositivos são capazes de gerar energia elétrica limpa e renovável a partir da radiação solar;

## Atividade proposta

Você considera o uso de painéis solares relevante? Quais dificuldades você acha que envolvem o uso desta tecnologia? Você acha que seria viável a instalação de painéis solares em residências da cidade de Matinhos? Por quê? Em que locais a instalação desses painéis renderia mais custo benefício?



## Referências

- Wikipedia. **Radiação Solar**. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Radia%C3%A7%C3%A3o\\_solar](https://pt.wikipedia.org/wiki/Radia%C3%A7%C3%A3o_solar)> Acesso em 10 de junho de 2019.
- Wikipedia. **Sol**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Sol>> Acesso em 10 de junho de 2019.
- Toda Matéria. **As Estações do Ano**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/as-estacoes-do-ano/>> Acesso em 10 de junho de 2019.
- Brasil Escola. **O que é Física Quântica?** Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-fisica-quantica.htm>> Acesso em 10 de junho de 2019.
- Wikipedia. **Catástrofe do Ultravioleta**. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Cat%C3%A1strofe\\_do\\_ultravioleta](https://pt.wikipedia.org/wiki/Cat%C3%A1strofe_do_ultravioleta)> Acesso em 10 de junho de 2019.
- Brasil Escola. **O que é Efeito Fotoelétrico?** Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-efeito-fotoeletrico.htm>> Acesso em 10 de junho de 2019.
- Toda Matéria. **Efeito Fotoelétrico**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/efeito-fotoeletrico/>> Acesso em 10 de junho de 2019.
- Brasil Escola. **Energia Solar**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/energia-solar.htm>> Acesso em 10 de junho de 2019.
- Superinteressante. **Como funciona a placa solar?** Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-funciona-a-placa-solar/>> Acesso em 10 de junho de 2019.
- Wikipedia. **Painel Solar Fotovoltaico**. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Painel\\_solar\\_fotovoltaico](https://pt.wikipedia.org/wiki/Painel_solar_fotovoltaico)> Acesso em 10 de junho de 2019.





# FENÔMENOS NATURAIS E A FÍSICA

UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO



**Licencianda:**

Caroline Aparecida Fernandes de Oliveira

**Orientadores:**

Professora Doutora Gabriela Kaiana Ferreira

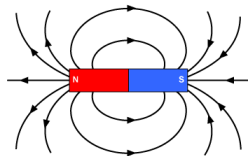
Professor Doutor Virnei Silva Moreira



ÓXIDO DE FERRO -  
MAGNETITA



NEODÍMIO



## Imã

- Objeto capaz de provocar um campo magnético ao seu redor;
- Pode ser natural ou artificial;
- Feito de material ferromagnético;
- Possui polos norte e sul, quem se repelem ou se atraem;
- Linhas de campo magnético se dirigem do polo norte para o polo sul, onde são mais intensas;
- Se um ímã for dividido ao meio, obtém-se dois ímãs menores;
- A magnetita era chamada de “pedra amante” pelos chineses. Essa expressão deu origem à palavra aimant, em francês, que acabou virando “ímã”;



## AURORA BOREAL E O CAMPO MAGNÉTICO

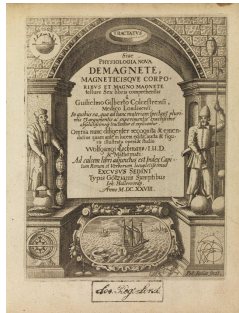


## Bússola

- Observou-se que a magnetita, se deixada livre, girava até apontar para as direções norte e sul;
- Surgiu a ideia de se marcar a ponta da magnetita que apontava para o norte;
- A bússola primitiva foi aperfeiçoada;
- Acreditava-se que existiam grandes montanhas de ferro no polo norte, que atraíam os ímãs das bússolas;

# William Gilbert (1544-1603)

- Foi um físico e médico britânico que iniciou os estudos no campo do magnetismo;
- Seu principal trabalho foi o *De Magnete, Magneticisque Corporibus et de Magno Magnete Tellure*;
- Sua obra reúne mais de 600 experimentos, realizados por ele e por outros estudiosos;
- Um dos pioneiros na Física Experimental;
- Concluiu que a Terra é um grande ímã;



## Vetor Campo Magnético

- Um campo magnético representa a região em volta de um objeto magnético, ou em volta de cargas elétricas em movimento;
- Tal região está submetida a força magnética, e está sujeita a interações magnéticas;
- A força magnética atua a distância e sem a necessidade de um meio;
- O campo magnético é representado pelo vetor  $\vec{B}$ , chamado de vetor indução magnética;
- Sua unidade de medida é o Tesla (T);

$$F = q v B \sin\theta$$

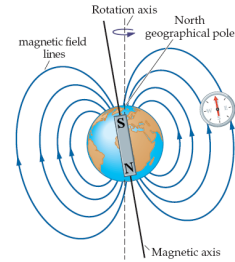
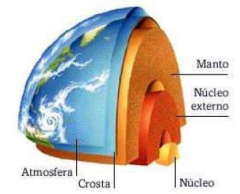
Diagram showing the variables in the equation:

- FORÇA MAGNÉTICA (NEWTON - N)
- CAMPO MAGNÉTICO (TESLA - T)
- CARGA ELÉTRICA (COULOMB - C)
- VELOCIDADE (m/s)

## Campo Magnético da Terra

### TEORIA DO DÍNAMO

- A Terra funciona como um ímã gigante;
- O ferro líquido presente no núcleo externo da Terra é extremamente condutor de eletricidade;
- Este ferro líquido está em movimento devido ao movimento de rotação da Terra;
- Cargas elétricas em movimento geram um campo magnético;
- O campo magnético terrestre protege o planeta dos ventos solares;



Como o polo norte do planeta atrai o polo norte de um ímã, o polo norte geográfico na verdade representa o polo sul magnético.

## Classificação magnética dos materiais

- Dependendo do comportamento de um material em contato com um campo magnético, podemos classificá-lo:
  - ★ **Paramagnéticos**: materiais que são fracamente atraídos por ímãs;
  - ★ **Diamagnéticos**: materiais que são fracamente repelidos por ímãs;
  - ★ **Ferromagnéticos**: materiais que são fortemente atraídos por ímãs;
- Cada material possui um valor de Permeabilidade Magnética ( $\mu$ ) que indica o quão magnético determinado material é;



OURO



FERRO



MAGNÉSIO



MERCÚRIO



NIQUEL

CÁLCIO





# Classificação magnética dos materiais

- Dependendo do comportamento de um material em contato com um campo magnético, podemos classificá-lo:

- ★ **Paramagnéticos:** materiais que são fracamente atraídos por ímãs;
- ★ **Diamagnéticos:** materiais que são fracamente repelidos por ímãs;
- ★ **Ferromagnéticos:** materiais que são fortemente atraídos por ímãs;

- Cada material possui um valor de Permeabilidade Magnética ( $\mu$ ) que indica o quão magnético determinado material é;

Diamagnético



OURO

Ferromagnético



FERRO

Paramagnético



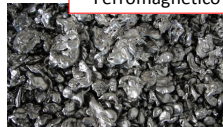
MAGNÉSIO

Diamagnético



MERCÚRIO

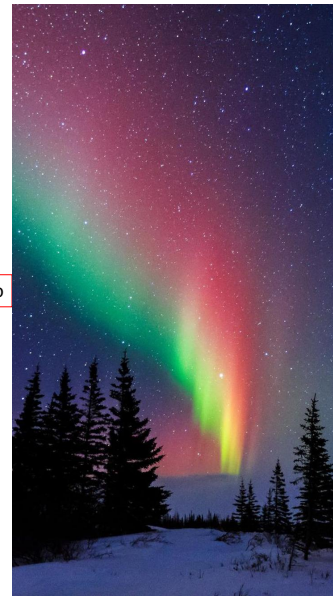
Ferromagnético



NIQUEL



Paramagnético



## Aurora Boreal

- São chamadas de Aurora Boreal quando são vistas no polo Norte e de Aurora Austral quando são vistas no polo Sul do planeta;
- Tal fenômeno acontece quando os ventos solares entram em contato com o campo magnético da Terra;
- Os ventos solares são fluxos de **plasma** ejetados do Sol devido a explosões e tempestades solares;

## Outros estados físicos da matéria

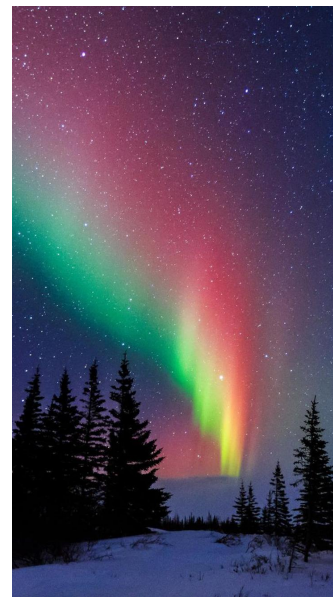
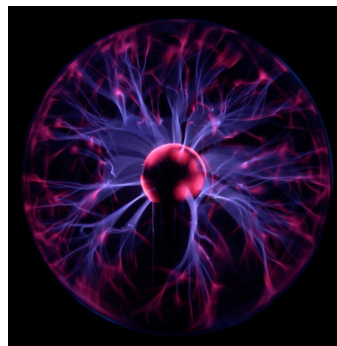
- Os estados físicos da matéria são determinados de acordo com a temperatura e a pressão.

Al

### Raios e o Plasma

- Alta energia cinética desprendem elétrons do núcleo dos átomos, ionizando o gás.

- O plasma conduz eletricidade, cria e sofre influência de campos eletromagnéticos;
- Não possui forma definida, mas pode formar filamentos quando sob influência de campos eletromagnéticos;



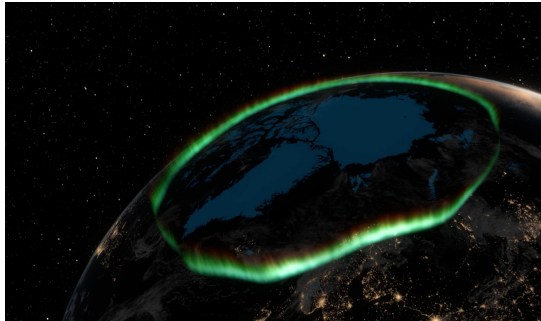
## Aurora Boreal

- São chamadas de Aurora Boreal quando são vistas no polo Norte e de Aurora Austral quando são vistas no polo Sul do planeta;
- Tal fenômeno acontece quando os ventos solares entram em contato com o campo magnético da Terra;
- Os ventos solares são fluxos de **plasma** ejetados do Sol devido a explosões e tempestades solares;
- Os ventos solares fluem pelas linhas de campo magnético solar;
- As variações de cores são de acordo com a altitude e o elemento mais abundante nessa altitude;
- Auroras verdes indicam oxigênio nas camadas mais altas e mais avermelhadas indicam nitrogênio nas camadas mais baixas;

## Atividade proposta

---

Faça uma representação gráfica das linhas de campo do planeta Terra e indique o que acontece quando elas são atingidas pelos ventos solares. Por que as auroras boreais e austrais são vistas nos pólos do planeta? Indique a resposta em seu desenho.



Só Física. **Ímãs e Magnetos**. Disponível em: <<https://www.sofisica.com.br/conteudo/s/Eletromagnetismo/CampoMagnetico/imasemagnetos.php>> Acesso em 12 de junho de 2019.

Toda Matéria. **Bússola**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/bussola/>> Acesso em 12 de junho de 2019.

Wikipedia. **William Gilbert**. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/William\\_Gilbert](https://pt.wikipedia.org/wiki/William_Gilbert)> Acesso em 12 de junho de 2019.

Wikipedia. **Teoria do Dínamo**. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria\\_do\\_d%C3%ADnamo](https://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria_do_d%C3%ADnamo)> Acesso em 12 de junho de 2019.

Mundo Educação. **Campo Magnético Terrestre**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/campo-magnetico-terrestre.htm>> Acesso em 12 de junho de 2019.

Brasil Escola. **O Vetor Campo Magnético**. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/o-vetor-campo-magnetico.htm>> Acesso em 12 de junho de 2019.

Alunos Online. **Classificação Magnética dos Materiais**. Disponível em: <<https://alunosonline.uol.com.br/fisica/classificacao-dos-materiais-magneticos.html>> Acesso em 12 de junho de 2019.

Mundo Educação. **Propriedades Magnéticas dos Materiais**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/propriedades-magneticas-dos-materiais.htm>> Acesso em 12 de junho de 2019.

Toda Matéria. **Aurora Boreal**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/aurora-boreal/>> Acesso em 12 de junho de 2019.

Só Geografia. **Aurora Boreal**. Disponível em: <<https://www.sogeografia.com.br/Curiosidades/content5.php>> Acesso em 12 de junho de 2019.

Superinteressante. **Como surge a Aurora Boreal?** Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-surge-a-aurora-boreal/>> Acesso em 12 de junho de 2019.

## Referências

---



# PROJETO TEMÁTICO FENÔMENOS NATURAIS E A FÍSICA

UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

**Licencianda:**

Caroline Aparecida Fernandes de Oliveira

**Orientadores:**

Professora Doutora Gabriela Kaiana Ferreira

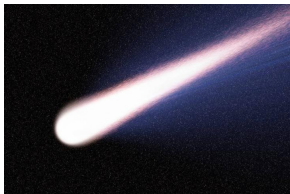
Professor Doutor Virnei Silva Moreira



## Cometa, asteroide, meteoro

### Cometa

- Compostos por gelo e poeira;
- Têm origem em lugares mais distantes do centro do Sistema Solar;



### Asteroide

- Compostos por rochas e metais;
- Têm origem em lugares mais próximos do centro do Sistema Solar;



### Meteoro

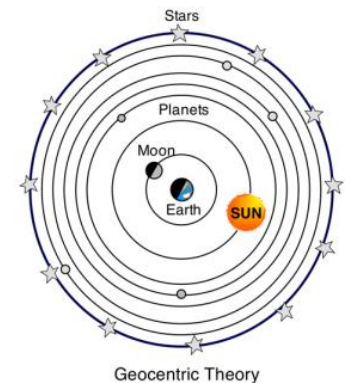
- Asteroide de tamanho muito menor;



## Modelos Cosmológicos

### Geocentrismo

- O Modelo Geocêntrico de Cláudio Ptolomeu considera que o Sol e os demais planetas girariam em torno da Terra em órbitas circulares e com velocidades constantes;
- O geocentrismo foi muito apoiado por Aristóteles e Platão, influenciadores do pensamento medieval, e pela Igreja Católica, sendo perpetuado por mais de 15 séculos;
- O geocentrismo era capaz de explicar fenômenos como as estações do ano e eclipses da Lua, além de auxiliar na navegação;
- O geocentrismo não era capaz de explicar o movimento retrógrado dos planetas, recorrendo a teoria de epiciclos;



## COMETA HALLEY E AS LEIS DE KEPLER

# Modelos Cosmológicos

## Geocentrismo

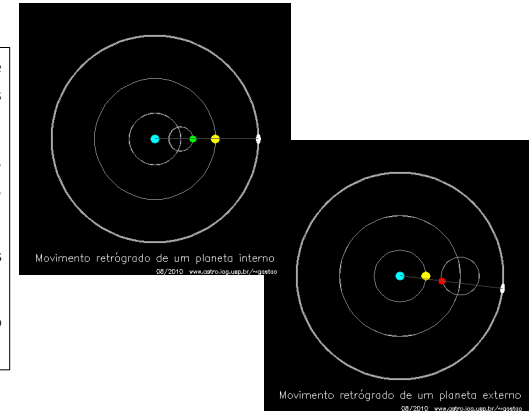
- O Modelo Geocêntrico de Cláudio Ptolomeu considera que o Sol e os demais planetas girariam em torno da Terra em órbitas circulares e com velocidades constantes;
- O geocentrismo foi muito apoiado por Aristóteles e Platão, influenciadores do pensamento medieval, e pela Igreja Católica, sendo perpetuado por mais de 15 séculos;
- O geocentrismo era capaz de explicar fenômenos como as estações do ano e eclipses da Lua, além de auxiliar na navegação;
- O geocentrismo não era capaz de explicar o movimento retrógrado dos planetas, recorrendo a teoria de epiciclos;



# Modelos Cosmológicos

## Geocentrismo

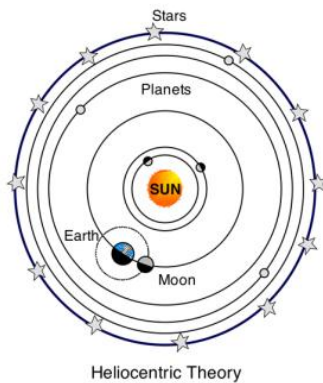
- O Modelo Geocêntrico de Cláudio Ptolomeu considera que o Sol e os demais planetas girariam em torno da Terra em órbitas circulares e com velocidades constantes;
- O geocentrismo foi muito apoiado por Aristóteles e Platão, influenciadores do pensamento medieval, e pela Igreja Católica, sendo perpetuado por mais de 15 séculos;
- O geocentrismo era capaz de explicar fenômenos como as estações do ano e eclipses da Lua, além de auxiliar na navegação;
- O geocentrismo não era capaz de explicar o movimento retrógrado dos planetas, recorrendo a teoria de epiciclos;



# Modelos Cosmológicos

## Heliocentrismo

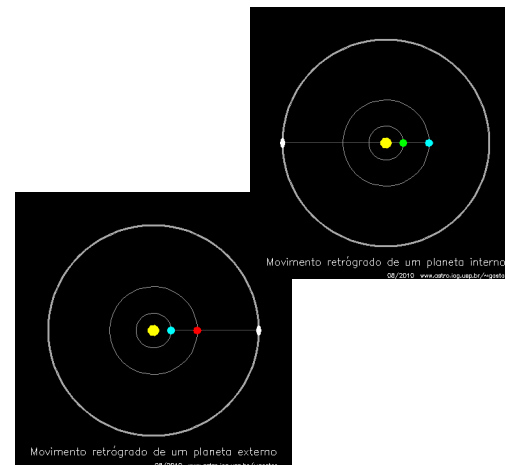
- O Modelo Heliocêntrico de Nicolau Copérnico considera que a Terra e os demais planetas giram em torno do Sol em órbitas circulares e com velocidades constantes;
- O heliocentrismo dispensa a teoria dos epiciclos para explicar o movimento retrógrado dos planetas;



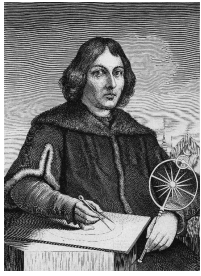
# Modelos Cosmológicos

## Heliocentrismo

- O Modelo Heliocêntrico de Nicolau Copérnico considera que a Terra e os demais planetas giram em torno do Sol em órbitas circulares e com velocidades constantes;
- O heliocentrismo dispensa a teoria dos epiciclos para explicar o movimento retrógrado dos planetas;



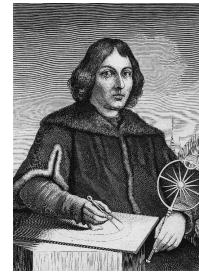




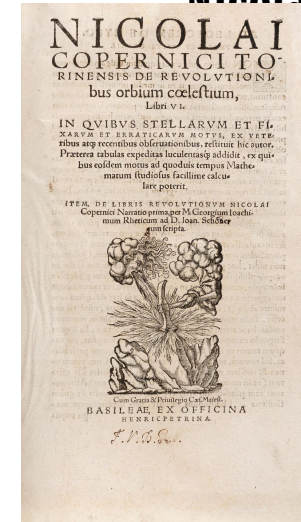
Nicolau Copérnico  
(1473-1543)

## Nicolau Copérnico e o Heliocentrismo

- Discussões sobre a possibilidade de o Sol ser o centro do Sistema Solar desde antes de Cristo;
- Nicolau Copérnico foi o primeiro a apresentar um modelo rigoroso e matemático sobre o Heliocentrismo;
- O Heliocentrismo é considerado uma revolução, sendo uma das teorias mais influentes de todos os tempos;
- Foi interpretado pela Igreja Católica como um ritual pagão, onde se cultuava o Sol como uma divindade;
- O livro de Copérnico *De revolutionibus orbium coelestium* (*A Revolução dos Corpos Celestes*) foi considerado um dos livros proibidos pela Igreja Católica;



Nicolau Copérnico  
(1473-1543)



## Depois de Copérnico

### Galileu Galilei (1564 – 1642)

- Estudou as ideias que levavam a mecânica newtoniana;
- Inventou o primeiro telescópio;
- Consolidação do método científico;
- Observações de satélites de Júpiter e das fases de Vênus foram decisivos na defesa do heliocentrismo;
- Introduziu a noção de referencial inercial;
- Publicou o livro *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (*Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo*);
- Foi condenado por heresia pela Igreja Católica na Inquisição, mas negou seu apoio ao heliocentrismo;



### Giordano Bruno (1548 – 1600)

- Introduziu a ideia de que o Sol é apenas mais uma estrela, como as que observamos à noite;
- Sugeriu que houvesse vida em outros planetas que orbitam outros sóis;
- Defendia que o universo é infinito;
- Questionava decisões políticas da Igreja Católica;
- Foi condenado por heresia pela Igreja Católica na Inquisição, sendo morto na fogueira;
- Não era pagão, pelo contrário, tinha uma fé fervorosa. Mas ia contra aos dogmas da igreja;





Johannes Kepler  
(1571-1630)

## Leis de Kepler

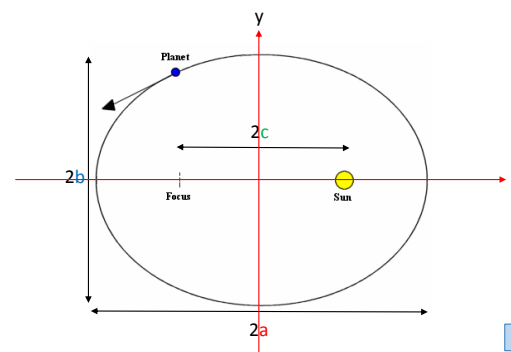
- O modelo heliocêntrico foi corrigido por Johannes Kepler, a partir de suas três leis;
- Kepler era heliocentrista;
- A partir de dados empíricos, a maioria coletados por Tycho Brahe, Kepler deduziu as Leis do Movimento Planetário, chamadas de Leis de Kepler;
- Tycho Brahe não utilizava telescópio e era geocentrista;
- Cloreto de mercúrio;



Tycho Brahe  
(1546-1601)

## Primeira Lei de Kepler (Lei das Órbitas)

*As órbitas descritas pelos planetas ao redor do Sol são elipses com o Sol em um dos focos.*



$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Equação geral da elipse

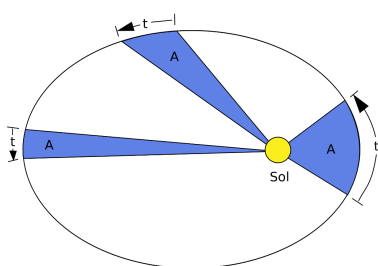
$$e = \frac{c}{a}$$

Excentricidade da elipse

Excentricidade da órbita da Terra ao redor do Sol: 0,017

## Segunda Lei de Kepler (Lei das Áreas)

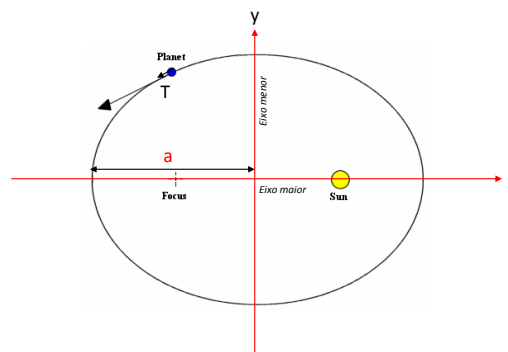
*Uma linha reta que liga o centro do Sol ao centro de qualquer planeta varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais no plano da órbita.*



Isso implica que os planetas não giram ao redor do Sol com velocidades constantes. Na verdade, movem-se mais rápido quando estão mais próximos do Sol e mais lentamente quando estão mais longe.

## Terceira Lei de Kepler (Lei dos Períodos)

*O quadrado do período  $T$  da órbita de um planeta é proporcional ao cubo do semieixo maior  $a$  da órbita.*



$$\frac{T^2}{a^3} = \text{constante}$$

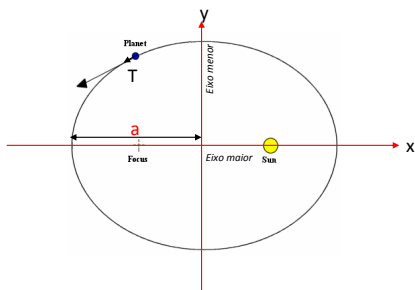
Mostra-se que:

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$

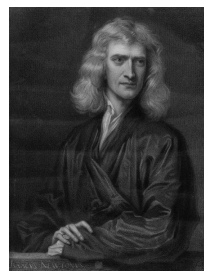
onde:  
G = Constante Gravitacional Universal  
M = Massa do Sol

## Terceira Lei de Kepler (Lei dos Períodos)

*O quadrado do período  $T$  da órbita de um planeta é proporcional ao cubo do semieixo maior  $a$  da órbita.*



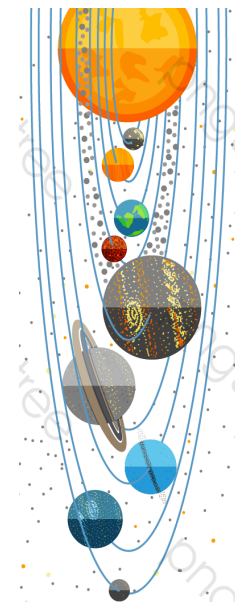
PLANETA	RAIO MÉDIO DA ÓRBITA (UA*)	PERÍODO EM ANOS TERRESTRES	$T^2/R^3$
MERCÚRIO	0,387	0,241	1,002
VÊNUS	0,723	0,615	1,001
TERRA	1,000	1,000	1,000
MARTE	1,524	1,881	1,000
JÚPITER	5,203	11,860	0,999
SATURNO	9,539	29,460	1,000
URANO	19,190	84,010	0,999
NETUNO	30,060	164,800	1,000



Sir Isaac Newton  
(1643-1727)

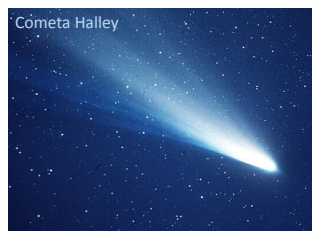
## Leis de Kepler

- As Leis de Kepler foram enunciadas antes do nascimento de Isaac Newton;
- A Lei da Gravitação de Newton mostraria por que as Leis de Kepler são válidas;
- Newton mostrou que as Leis de Kepler são consequências de sua Lei da Gravitação;
- As Leis de Kepler são capazes de explicar o movimento de qualquer objeto celeste orbitando um outro de massa muito maior;

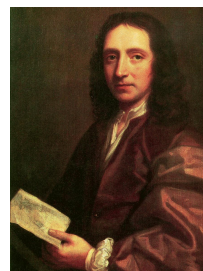
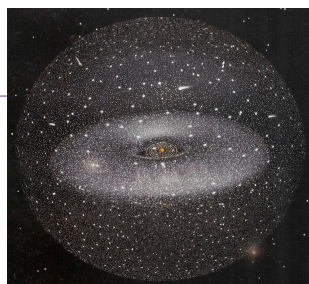


## O que é um Cometa?

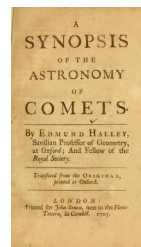
- Trata-se de um corpo celeste de tamanho relativamente pequeno;
- É composto por gelo e poeira;
- Formados pelo núcleo, cabeleira e cauda;
- Cometas com períodos menores geralmente se formam no Cinturão de Kuiper, próximo a órbita do planeta Netuno;
- Os cometas com períodos maiores geralmente se formam na **Nuvem de Oort**;
- Alguns cometas podem se desviar da órbita do Sol, mas também podem continuar na mesma órbita por milhares de anos;
- Evaporam um pouco cada vez que passam perto do Sol;



Dimensões: 15x8 km  
Massa: 2,2x10<sup>8</sup> kg



Edmund Halley  
(1656-1742)



## Cometa Halley

- É um cometa que orbita o Sol, em um período de cerca de 76 anos;
- É o único cometa que pode ser visto a olho nu 2 vezes pela mesma geração;
- Foi nomeado Cometa Halley em homenagem a Edmund Halley, astrônomo britânico que mostrou que os cometas tem órbitas periódicas;
- Ele percebeu que os registros de observações de cometas de 1531, 1607 (observado por Kepler) e 1682 poderiam se tratar do mesmo cometa;
- Utilizou as equações da mecânica de Newton aplicadas ao movimentos dos cometas;
- Fez uma previsão de que esse mesmo cometa passaria no céu novamente em 1758, mas morreu antes de poder observá-lo;
- Halley publicou suas descobertas em sua obra *A Synopsis of the Astronomy of Planets* (Uma Sinopse da Astronomia dos Planetas), em 1705;

★ <https://www.youtube.com/watch?v=Ye8DMJGhsxc> ★

★ [https://www.theplanetstoday.com/halleys\\_comet.html](https://www.theplanetstoday.com/halleys_comet.html) ★



## Atividade proposta

---

Se você fosse um observador astronômico, que tipo de informações coletaria a respeito da passagem de um objeto celeste, a fim de identifica-lo? A posição das estrelas seria útil nas suas observações? Como você poderia mostrar que trata-se de um cometa ou de um asteroide? Represente graficamente as órbitas de cada um.



## Referências

---

Superinteressante. **Qual é a diferença entre asteroide, cometa e meteoro?** Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/qual-e-a-diferenca-entre-asteroide-cometa-e-meteoro/>> Acesso em 25 de outubro de 2019.

Toda Matéria. **Geocentrismo**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/geocentrismo/>> Acesso em 25 de outubro de 2019.

Infoescola. **Heliocentrismo**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/astronomia/heliocentrismo/>> Acesso em 25 de outubro de 2019.

Brasil Escola. **Geocentrismo e Heliocentrismo**. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/geocentrismo-heliocentrismo.htm>> Acesso em 25 de outubro de 2019.

Wikipedia. **Nicolau Copérnico**. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Nicolau\\_Cop%C3%A9rnico](https://pt.wikipedia.org/wiki/Nicolau_Cop%C3%A9rnico)> Acesso em: 25 de outubro de 2019.

Wikipedia. **Galileu Galilei**. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Galileu\\_Galilei](https://pt.wikipedia.org/wiki/Galileu_Galilei)> Acesso em: 25 de outubro de 2019.

Wikipedia. **Giordano Bruno**. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Giordano\\_Bruno](https://pt.wikipedia.org/wiki/Giordano_Bruno)> Acesso em: 25 de outubro de 2019.

Toda Matéria. **Leis de Kepler**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/leis-de-kepler/>> Acesso em: 25 de outubro de 2019.

Mundo Educação. **Leis de Kepler**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/leis-kepler.htm>> Acesso em: 25 de outubro de 2019.

Toda Matéria. **Cometas**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/cometas/>> Acesso em: 25 de outubro de 2019.

Wikipedia. **Cometa Halley**. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Cometa\\_Halley](https://pt.wikipedia.org/wiki/Cometa_Halley)> Acesso em: 25 de outubro de 2019.

The Planets Today. **Halley's Comet**. Disponível em: <[https://www.theplanetstoday.com/halleys\\_comet.html](https://www.theplanetstoday.com/halleys_comet.html)>



*PROJETO TEMÁTICO*  
**FENÔMENOS NATURAIS E A FÍSICA**  
UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

**Licencianda:**

Caroline Aparecida Fernandes de Oliveira

**Orientadores:**

Professora Doutora Gabriela Kaiana Ferreira

Professor Doutor Virnei Silva Moreira



## Lua

- É um corpo celeste rochoso que orbita o planeta Terra, sendo chamado então de satélite natural da Terra;
- Não possui luz própria, a luz que enxergamos é a luz do Sol sendo refletida na superfície da Lua;
- Está localizada a aproximadamente 384400 km da Terra;
- Possui massa cerca de 81 vezes menor que a da Terra;
- Acredita-se que a Lua surgiu de um impacto entre a Terra e um corpo celeste maior, há 4,51 mil anos atrás;
- É o único corpo celeste fora da Terra no qual o homem já pisou, em 1969;



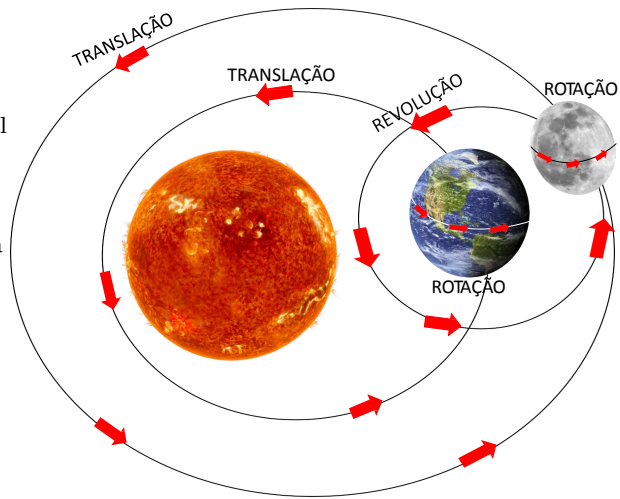
## MARÉS E A GRAVITAÇÃO

## POR QUE OBSERVAMOS FASES DA LUA?



## Os movimentos da Lua e da Terra

- A Terra e a Lua realizam movimentos ao redor de si mesmas e ao redor do Sol sendo estes **Rotação** e **Translação**;
- Além destes, a Lua também realiza o movimento de **Revolução**, ao redor da Terra.



A escala das imagens não é real

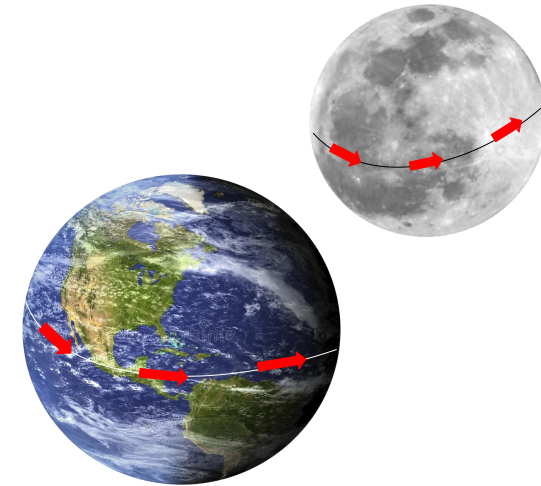
## Os movimentos da Lua e da Terra

### ROTAÇÃO

Movimento que a Lua e a Terra fazem ao redor de si mesmas. A rotação da Lua é sincronizada com a rotação da Terra.

Duração da rotação da Lua: aprox. 1 mês

Duração da rotação da Terra: aprox. 24 horas



A escala das imagens não é real

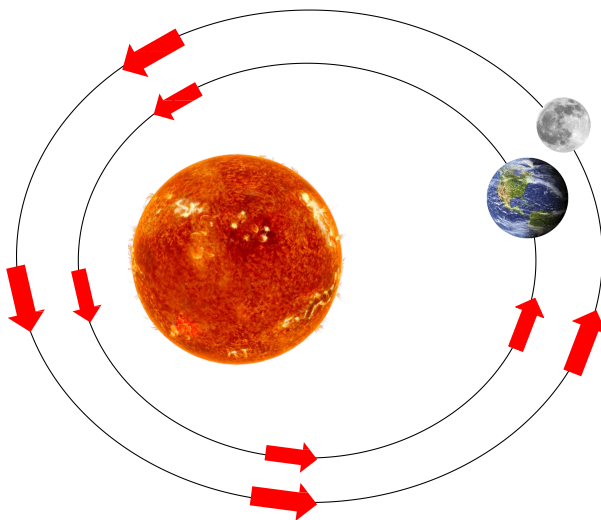
## Os movimentos da Lua e da Terra

### TRANSLAÇÃO

Movimento que a Lua faz ao redor do Sol, acompanhando a Terra.

Duração da translação da Lua: aprox. 1 ano

Duração da translação da Terra: aprox. 1 ano



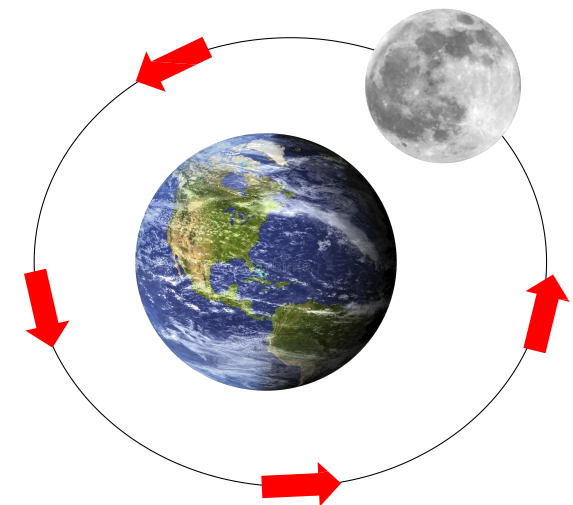
A escala das imagens não é real

## Os movimentos da Lua e da Terra

### REVOLUÇÃO

Movimento que a Lua faz ao redor da Terra.

Duração da revolução da Lua: aprox. 1 mês



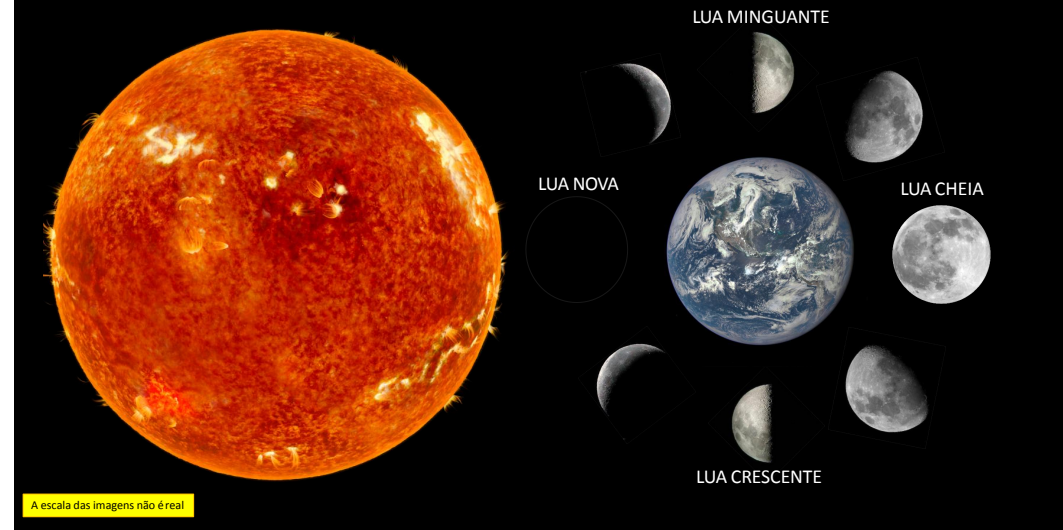
A escala das imagens não é real

# Fases da Lua

- Todos esses movimentos fazem com que enxerguemos porções iluminadas da Lua maiores ou menores;
- Em um determinado mês podemos, dependendo da posição da Lua e da Terra, podemos ver as fases Cheia, Crescente, Nova e Minguante;



## O Fenômeno das Fases da Lua



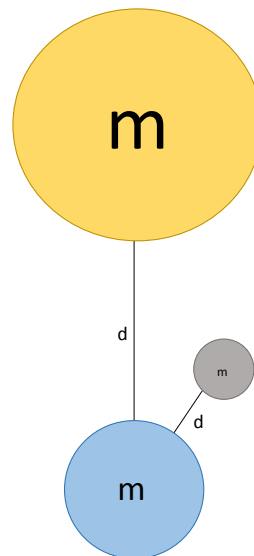
Nome	Hemisfério Norte	Hemisfério Sul	Porção visível da Lua	Período visível
Lua nova (plena ou no ápice)			Norte e Sul: 0-2%	Não visível
Lua crescente ou crescente côncava (Lua em crescimento até Quarto Crescente)			Norte: 3-39% (direita) Sul: 3-39% (esquerda)	À tarde e pouco após o pôr-do-sol
Quarto crescente (pleno ou no ápice)			Norte: 40-59% (direita) Sul: 40-59% (esquerda)	À tarde e na primeira metade da noite
Lua crescente convexa ou crescente gibosa (Lua em crescimento até Lua Cheia)			Norte: 60-96% (direita) Sul: 60-96% (esquerda)	Fim da tarde, grande parte da noite
Lua cheia (plena ou no ápice)			Norte e Sul: 97-100%	Toda a noite
Lua minguante convexa ou minguante gibosa (Lua em decréscimo até Quarto Minguante)			Norte: 96-60% (esquerda) Sul: 96-60% (direita)	Grande parte da noite, começo da manhã
Quarto minguante (pleno ou no ápice)			Norte: 59-40% (esquerda) Sul: 59-40% (direita)	Madrugada e de manhã
Lua minguante ou minguante côncava (Lua em decréscimo até Lua Nova)			Norte: 39-3% (esquerda) Sul: 39-3% (direita)	Fim da madrugada e de manhã

## Atração Gravitacional

- O que mantém o sistema Sol-Terra-Lua em constante movimento é a atração gravitacional entre esses corpos;
- Essa atração é representada pela Lei da Gravitação Universal de Newton:

$$F = G \frac{Mm}{d^2}$$

onde **F** é a força de atração gravitacional, **G** é a constante de gravitação universal e vale  $6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$ , **M** e **m** são as massas dos corpos e **d** é a distância que os separa.

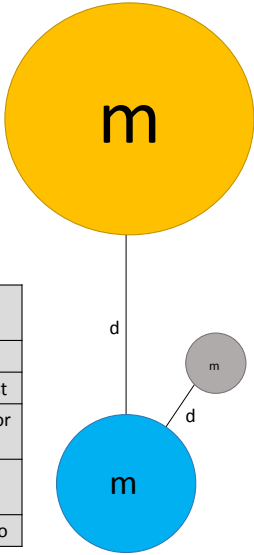


# Atração Gravitacional

- O que mantém o sistema Sol-Terra-Lua em constante movimento é a atração gravitacional entre esses corpos;
- Essa atração é representada pela Lei da Gravitação Universal de Newton:

Altitude (km)	Aceleração da Gravidade (m/s <sup>2</sup> )	Exemplo de altitude
0	9,83	Nível do mar
8,8	9,80	Cume do Monte Everest
36,6	9,71	Maior altura atingida por balão tripulado
400	8,70	Órbita de um ônibus espacial
35700	0,225	Satélite de comunicação

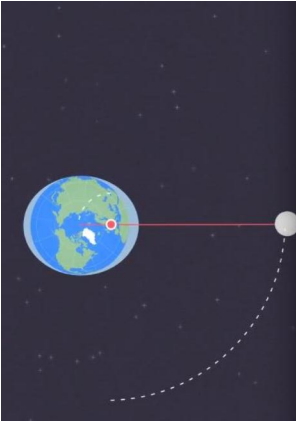
onde **F** é a força gravitacional universal entre as massas dos corpos



# Marés

- O fenômeno de marés é resultante da atração gravitacional exercida pela Lua sobre a Terra, e da atração gravitacional exercida pelo Sol sobre a Terra;
- Embora a massa do Sol seja muito maior que a massa da Lua, ele está muito mais distante;
- No lado da Terra voltado para a Lua a atração gravitacional é maior, fazendo com que grandes corpos de água, como os oceanos, se desloquem;
- O lado oposto está submetido a força centrífuga gerada devido ao movimento da Terra ao redor do centro de massa do sistema Terra-Lua, fazendo com que o nível dos mares se eleve nessa região também.

★ <https://www.youtube.com/watch?v=i-MwWyaWnr0&t=459s> ★



# Marés

- O efeito da atração gravitacional entre a Terra e a Lua pode se somar ao efeito da atração gravitacional do Sol;
- Nesses casos, surgem marés altas ainda mais altas e marés baixas ainda mais baixas;
- Além disso, a órbita da Lua ao redor da Terra é elíptica, com a Terra em um dos focos. Isso significa que existem períodos em que a Lua está mais próxima da Terra (perigeu) e períodos em que a Lua está mais afastada da Terra (apogeu);
- Quando o perigeu coincide com a lua cheia, os efeitos de marés são aumentados e observamos o fenômeno da Superlua!



# Atividade proposta

Por que não percebemos os efeitos de marés em corpos de água menores, como rios e lagos? Você já ouviu falar que a fase da Lua influencia no crescimento dos cabelos ou no nascimento de bebês? Como você acha que surgiram esses pensamentos? Você acha que estão corretos?



# Referências

---

Infoescola. **Lua**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/lua/>> Acesso em: 26 de outubro de 2019.

Wikipedia. **Lua**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Lua>> Acesso em: 26 de outubro de 2019.

Toda Matéria. **Movimento de Rotação**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/movimento-de-rotacao/>> Acesso em: 26 de outubro de 2019.

Educação UOL. **Movimentos da Terra - Rotação, translação e estações do ano**. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/movimentos-da-terra-rotacao-translacao-e-estacoes-do-ano.htm>> Acesso em 26 de outubro de 2019.

Brasil Escola. **Movimento de Translação**. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/movimento-translacao.htm>> Acesso em 26 de outubro de 2019.

Toda Matéria. **Movimento de Translação**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/movimento-de-translacao/>> Acesso em 26 de outubro de 2019.

Estudo Kids. **Movimentos da Lua**. Disponível em: <<https://www.estudokids.com.br/movimentos-da-lua/>> Acesso em 26 de outubro de 2019.

Astronomia no Zenite. **Fases da Lua**. Disponível em: <<http://www.zenite.nu/fases-da-lua/>> Acesso em 26 de outubro de 2019.

Wikipedia. Fases da Lua Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Fases\\_da\\_Lua](https://pt.wikipedia.org/wiki/Fases_da_Lua)> Acesso em 26 de outubro de 2019.

Só Física. **Gravitação Universal**. Disponível em: <<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/GravitacaoUniversal/gu.php>> Acesso em 26 de outubro de 2019.

Brasil Escola. **Gravitação Universal**. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/gravitacao-universal.htm>> Acesso em 26 de outubro de 2019.

Mundo Educação. **Marés**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/mares.htm>> Acesso em 26 de outubro de 2019.

Astronomia no Zenite. **A Superlua**. Disponível em: <<http://www.zenite.nu/a-superlua/>> Acesso em 26 de outubro de 2019.



## APÊNDICE 12

ALUNO(A): \_\_\_\_\_ TURMA: \_\_\_\_\_

### QUESTIONÁRIO SOBRE AS IMPRESSÕES DEIXADAS PELO PROJETO

Você gostou de estudar física a partir de um tema (neste caso, fenômenos naturais)?

( ) Sim ( ) Um pouco ( ) Não

Você acha que associar os conceitos de física aos fenômenos naturais ajudou na compreensão deles?

( ) Sim ( ) Um pouco ( ) Não

De alguma forma, o projeto fez você se interessar um pouco mais por física?

( ) Sim ( ) Um pouco ( ) Não

Você se sentiu à vontade para fazer perguntas e participar das aulas?

( ) Sim ( ) Um pouco ( ) Não

Você gosta de aulas por slides?

( ) Sim ( ) Um pouco ( ) Não

Você acha que a ministrante demonstrou domínio e clareza sobre os conteúdos trabalhados?

( ) Sim ( ) Um pouco ( ) Não

Você acha que seus conhecimentos de física aumentaram depois do projeto?

( ) Sim ( ) Um pouco ( ) Não

Você acha importante participar de projetos no contra turno das suas aulas?

( ) Sim ( ) Um pouco ( ) Não

Qual fenômeno natural mais chamou a sua atenção? Por quê?

---

---

---

O que você mais gostou no projeto?

---

---

---

O que te desagradou no projeto? O que você mudaria?

---

---

---